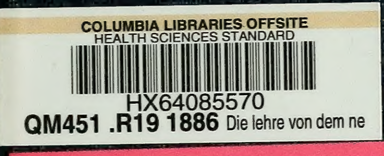
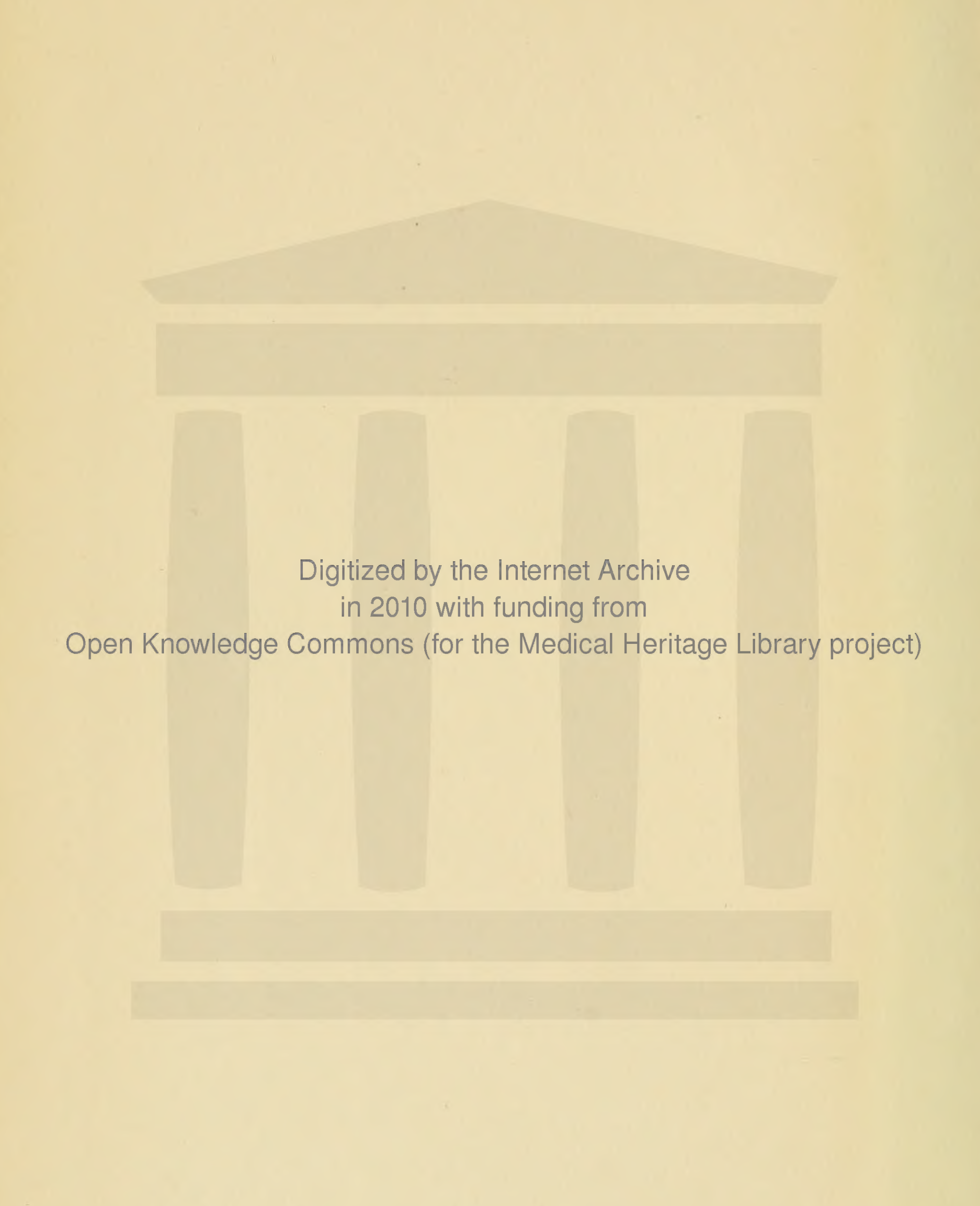



SIGILLVM · COLLEGII · COLVMBIAE · NOVI · EBORACI
IN LVMINE TVO VIDEBIMVS LVMEN
I·PET·II·1·2·







LEHRBUCH

DER

ANATOMIE DES MENSCHEN

IN ZWEI BÄNDEN

VON

DR. C. E. E. HOFFMANN, und DR. AUGUST RAUBER,

weiland o. ö. Professor der Anatomie an der Universität Basel.

Professor an der Universität Leipzig.

DRITTE
THEILWEISE UMGEARBEITETE UND VERMEHRTE AUFLAGE.

ZWEITER BAND.

GEFÄSSSYSTEM, NERVENSYSTEM UND SINNESORGANE.

MIT 486 HOLZSCHNITTEN.

ERLANGEN.
VERLAG VON EDUARD BESOLD.
1886.

LEHRBUCH

DER

ANATOMIE DES MENSCHEN

IN ZWEI BÄNDEN

VON

DR. C. E. E. HOFFMANN, und DR. AUGUST RAUBER,

weiland o. ö. Professor der Anatomie an der Universität Basel.

Professor an der Universität Leipzig.

ZWEITER BAND. ZWEITE ABTHEILUNG.

DIE LEHRE VON DEM NERVENSYSTEM UND DEN SINNESORGANEN.

DRITTE AUFLAGE.

BEARBEITET VON

DR. AUGUST RAUBER.

MIT 300 HOLZSCHNITTEN.

ERLANGEN.

VERLAG VON EDUARD BESOLD.

1886.

Druck der Universitäts-Buchdruckerei von Junge & Sohn in Erlangen.

Vorwort.

Bei der Bearbeitung der vierten Abtheilung des vorliegenden Lehrbuches war der Plan bestimmend, den vorhandenen Stoff in derjenigen Breite darzustellen, welche den drei vorausgehenden Abtheilungen entsprach. Die Darstellung war dem entsprechend so zu wählen, dass sie weder zu umfangreich, noch allzu kurz sich gestaltete. Eine zu umfangreiche Behandlung des Stoffes überschreitet insbesondere die Bedürfnisse des Anfängers. Eine allzu kurze Behandlung aber kommt demselben ebenso wenig entgegen. Es gibt eine unverhältnissmässige Kürze, welche den Stoff nicht zu seinem Rechte gelangen lässt; durch sie wird der schöne, grosse und wichtige Stoff vom Bau des menschlichen Körpers dem Lernenden nicht vermittelt, sondern vielmehr entzogen und unverständlich gemacht; sein Interesse wird durch sie eher erdrückt, als wachgehalten und befriedigt. Beide Klippen waren hier also zu vermeiden; und so kommt es, dass man auf den folgenden Blättern jenem sorgfältig erwogenen Grad der Breite der Darstellung begegnen wird, welcher sich bereits in den vorausgehenden Abtheilungen als zweckmässig bewährt hatte. Hierüber ist auch das allgemeine Vorwort zu vergleichen.

Ueber das Mass, welches der Entwicklungsgeschichte in einem Lehrbuch der Anatomie einzuräumen sei, kann man verschieden denken. Die Entwicklungsgeschichte ist ein besonderer und weitumfassender Lehrgegenstand. Nach meiner Meinung darf ein Lehrbuch der Anatomie zwar nicht ohne entwicklungsgeschichtlichen Geist abgefasst sein; allein als solche hat die Entwicklungsgeschichte in einem Buche der genannten Art zurückzutreten. Aus diesem Grunde ist sie auch den einzelnen Abschnitten des Buches nicht vorangestellt worden. Letzteres hat vielmehr an vielen Orten auf sie hinzuweisen und ihre Bedeutung für die Anatomie des fertigen Körpers hervorzuheben. Sie darf auch zur Erklärung schwieriger Formverhältnisse herangezogen werden. Aus letzterem Grunde ist in der vorliegenden Abtheilung, wie in den früheren, den bezüglichen grösseren Abschnitten ein kurzer entwicklungsgeschichtlicher Ueberblick endwärts beigefügt worden.

Die für die vierte Abtheilung zur Verwendung gekommenen Figuren stammen zum Theil aus der ersten, zum Theil aus der zweiten Auflage des Werkes: zum Theil ist eine Anzahl neuer hinzugekommen.

Die aus der ersten Auflage (Bearbeitung von Hoffmann) übernommenen Figuren sind die folgenden:

Fig. 189, 190, 193, 196, 198, 201, 202, 204, 205, 207, 210, 216, 218, 219, 220, 225, 226, 237, 240, 265, 266, 292, 295, 308, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 331, 332, 333, 335, 336, 337, 338, 339, 342, 344, 345, 346, 347, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 358, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 375, 382, 383, 386, 391, 392, 393, 397, 398, 400, 401, 407, 408, 419, 420, 421, 422, 424, 433, 434, 435, 441, 443, 445, 447, 448, 452, 453, 454, 455, 459, 469, 470, 471, 472, 473, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 486.

Die aus der zweiten Auflage (Bearbeitung von Schwalbe) übernommenen Figuren sind folgende:

Fig. 187, 194, 200, 203, 206, 208, 211, 215, 217, 223, 224, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 236, 238, 239, 241, 246, 247, 248, 250, 251, 254, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 264, 267, 268, 269, 271, 272, 273, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 288, 289, 290, 291, 293, 294, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 329, 334, 341, 348, 357, 359, 367, 374, 376, 379, 384, 385, 387, 388, 389, 390, 394, 395, 396, 399, 402, 403, 404, 405, 406, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 423, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 436, 437, 438, 439, 440, 442, 444, 449, 450, 451, 456, 458, 460, 461, 462, 463, 466, 482, 484, 485.

In der dritten Auflage sind neu hinzugekommen:

Fig. 191, 192, 195, 197, 198, 209, 212, 213, 214, 221, 222, 242, 243, 244, 245, 249, 252, 253, 256, 263, 270, 274, 275, 276, 278, 287, 296, 297, 298, 307, 308, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 330, 340, 343, 349, 377, 378, 380, 381, 446, 457, 464, 465, 467, 468, 483.

Wie aus dieser Uebersicht und aus der Musterung der Figuren selbst leicht erkennbar ist, hat es die Verlagsbuchhandlung an einer reichen, ja vorzüglichen Ausstattung des Buches nicht fehlen lassen. Hiefür, sowie für deren liebenswürdiges Eingehen auf alle meine bezüglichen Wünsche sei es mir an dieser Stelle gestattet, ihr meinen besten Dank öffentlich auszusprechen.

Leipzig, 1. Oktober 1885.

Inhalt

der zweiten Abtheilung des zweiten Bandes.

Sechster Abschnitt.
Nervenlehre.

	Seite
A. Allgemeines	287
Nervenzellen	288
Nervenfasern	297
Physiologische Eintheilung der Nerven	307
B. Centrales Nervensystem	309
1. Das Rückenmark	309
Gestalt, Lage, Grösse, Gewicht	309
Rückenmark und Wirbelkanal	311
Furchen und Stränge	312
Gestalt der grauen Substanz	314
Bau der grauen Substanz	319
Bau der weissen Substanz	327
Hüllen des Rückenmarks	338
Gefässe des Rückenmarks	341
2. Das Gehirn	344
Form, Lage, Eintheilung	344
Gewicht, Volumen, Wassergehalt, Oberfläche	346
Gewicht einzelner Hirntheile	351
a. Das verlängerte Mark	353
b. Das Kleinhirn und die Brücke	376
c. Das Mittelhirn	403
d. Das Zwischenhirn	411
Sehhügelgebiet	411
Hauben-Trichtergebiet	422
e. Das Grosshirn	426
äussere Oberfläche	431
innere Oberfläche	467
Grosshirnganglien	473
weisse Substanz	476
Hüllen des Gehirns	483
Gefässe des Gehirns	489
3. Entwicklungsgeschichte des Medullarrohrs	493
4 Die Leitungsbahnen im Rückenmark und Hirn	503
C. Peripheres Nervensystem	527
Hirnnerven	527
Rückenmarksnerven	569
Vergleichung der Hirnnerven mit den Rückenmarksnerven	637
Sympathisches Nervensystem	641

Siebenter Abschnitt.
Die Lehre von den Sinnesorganen.

Einleitung	670
Das Gefühlsorgan	672
Das Geruchsorgan	688
Das Geschmacksorgan	700
Das Sehorgan	705
Das Gehörgan	768
Entwicklung der Sinnesorgane	826
Literatur	832
Gesammt-Register	833



Sechster Abschnitt.

Neurologia. Nervenlehre

bearbeitet

von

Professor Dr. A. Rauber.

I. Allgemeines.

Das Nervensystem, *Systema nervorum,* besteht aus dem Hirn und Rückenmark, den Hirn- und Rückenmarksnerven, den Ganglien und den Gangliennerven. Die Lehre von diesem System wird als Nervenlehre, **Neurologia**, (von *νεῦρον*, *nervus*) bezeichnet.

Man unterscheidet am Nervensystem einen centralen und einen peripheren Theil. Der centrale Theil, das Centralorgan des Nervensystems, **Centrum cerebrospinale**, besteht aus dem Hirn und Rückenmark. Der periphere Theil, das periphere Nervensystem, besteht aus den peripheren Nerven und den mit ihnen in Verbindung stehenden Nervenknoten, Ganglien. Letztere zerfallen wieder in zwei Arten, in cerebro-spinale und in sympathische Ganglien. Die sympathischen Ganglien bilden mit zahlreichen sie untereinander verbindenden und von ihnen ausgehenden Nervenfäden ein in mehrfacher Beziehung selbständiges System, das sympathische oder vegetative, organische Nervensystem, den Sympathicus.

Formbestandtheile.

Am Aufbau des Nervensystems betheiligen sich mehrere Gewebsformen, vor Allem das Nervengewebe. Hiezu tritt noch Bindegewebe und Gefässgewebe, welches sowohl Blut- als Lymphgefässe einschliesst.

Das Nervengewebe besteht aus zwei, dem äusseren Anblick nach sehr verschiedenen Formbestandtheilen, die aber dennoch innig miteinander zusammenhängen und ein Ganzes bilden, aus den **Nervenzellen** und den **Nervenfasern**. Hiezu gesellt sich in dem Centralorgan noch ein drittes Formelement, eine vom Bindegewebe verschiedene Stützsubstanz besonderer Art, welche **Neuroglia** genannt wird.

I. Die Nervenzellen.

Die Nervenzellen sind in dem Centralorgan (dem Hirn und Rückenmark) in ungeheurer Menge verbreitet. Sie bilden den kennzeichnenden Bestandtheil der sogenannten grauen Substanz der Centralorgane und sind ferner ein wichtiges Glied im peripheren Nervensystem, dessen massenhaft vorhandene Ganglien wesentlich aus Nervenzellen bestehen.

Man wird schon von vornherein geneigt sein anzunehmen, dass die Nervenzellen in den verschiedenen Abschnitten des Hirns und Rückenmarks und in den Ganglien nicht sämmtlich von einerlei Art sein werden. Die Beobachtung bestätigt in der That diese Voraussetzung. Weit entfernt, sämmtlich von einerlei Art zu sein, zeigen sie vielmehr mannigfaltige Verschiedenheiten unter sich, wenn wir die Zellen des ganzen Systems untereinander vergleichen. Dies ist nicht so zu verstehen, als ob jede Zelle von der andern sich durch besondere Kennzeichen unterscheide; es handelt sich vielmehr um Verschiedenheiten, welche ganze Gruppen von Zellen vor anderen Gruppen auszeichnen. Diese Verschiedenheiten sind theils solche minder auffallender Art, theils gestalten sie sich zu den tiefgreifendsten Gegensätzen. Zwischen der einen und der andern Stufe liegt eine ganze Reihe von Uebergängen. Gewisse Eigenschaften sind sämmtlichen Nervenzellen gemeinsam, so dass es, trotz der vorhandenen Unterschiede im Einzelnen, im Allgemeinen nicht schwer ist, die Nervenzellen von Zellen anderer Gewebsformen zu unterscheiden. Dennoch gibt es aber auch hier eine Grenze, und es tritt auf dieser die Unmöglichkeit an den Beobachter heran, Nervenzellen von Zellen anderer Gewebsformen mit Sicherheit zu unterscheiden. Eine solche Grenze besteht z. B. bei gewissen Formen von Nervenzellen gegenüber gewissen Formen von Bindegewebszellen, oder gegenüber einer besonderen Zellenart, die im Innern der Nebenniere gefunden und von den Einen als Nervenzellen, von den Andern als Nebennierenzellen gedeutet wird.

Die Verschiedenheiten nun, welche unter den Nervenzellen vorkommen, lassen sich eintheilen:

1) in solche der Form,
2) in solche der Grösse,
3) in solche der Fortsatzbildung,
4) in solche des Baues des Zellkörpers und des Kerns,
5) in solche der Umhüllung.

Bevor wir die einzelnen Verschiedenheiten genauer in das Auge fassen, ist bezüglich der Vertheilung der verschiedenen Zellformen das Folgende zu erwähnen. Die verschiedensten Zellformen können in unmittelbarer Nachbarschaft nebeneinander liegen. Diese Anordnung schliesst nicht aus, dass von jeder besonderen Zellenart grosse Mengen zugleich vorhanden sind. Ein schönes Beispiel gewährt das Kleinhirn mit der Purkinje'schen Zellschicht und der sogenannten Körnerschicht. In anderen Fällen sind verschiedene Zellformen durch mehr oder weniger weite Zwischenräume von einander getrennt; so dieselben Purkinje'schen Zellen von den Pyramidenzellen des Grosshirns oder von den Spinalganglienzellen. Gleiche Zellformen kommen in der Regel massenweise vor, sei es in stratificirter (schichtenweiser) oder in agminirter (haufenweiser) Anordnung. Beispiele für stratificirte Anordnung liefert die Rinde des Grosshirns,

des Kleinhirns, die Retina; Beispiele für agminirte Anordnung sind der Nucleus caudatus, die Kerne des Sehhügels u. s. w. Die agminirte Anordnung kann ein einzeln stehendes Gebiet betreffen, wie die Zellen des Nucleus caudatus oder des Ganglion coeliacum, oder sie kann öfter und vielmal wiederkehren, wie in den Ganglien des Grenzstrangs, in den cerebrospinalen Ganglien. Die agminirte Anordnung kann Gebiete mit wesentlich gleichartigen Zellen umfassen, wie in jedem der eben erwähnten Ganglien, oder verschiedene Zellformen können sich einander durchdringen (zerstreute Anordnung), wie im Rückenmark.

1) Verschiedenheiten der Form. Die Nervenzellen sind theils kugelig, theils oval, abgeplattet oder pyramidenförmig, spindelförmig oder sternförmig.

2) Verschiedenheiten der Grösse. Die Grösse der Nervenzellen schwankt in sehr weiten Grenzen. Es gibt solche, die leicht mit freiem Auge wahrgenommen werden können, wie viele Zellen des Rückenmarks, der Spinalganglien u. s. w. Andere bedürfen der Anwendung einer mehr oder weniger starken Vergrösserung um sichtbar gemacht zu werden. Im Allgemeinen schwanken die Durchmesser von 10 bis 150 μ. Die Grösse der Zellen steht in einer bestimmten Beziehung zu ihrer Ernährungsmöglichkeit. Kleine Zellen haben eine verhältnissmässig grössere Oberfläche als grosse, und sind darum im Verkehr mit den umgebenden Ernährungssäften günstiger gestellt als grosse. Die Oberfläche wächst im Quadrat, der Inhalt im Kubus. Es liegt auf der Hand, dass auch für die Leistung der Zellen der erleichterte oder erschwerte Stoffbezug und die Stoffabgabe von Bedeutung ist.

3) Verschiedenheiten der Fortsatzbildung. Ursprünglich waren alle Nervenzellen fortsatzlos; die Fortsätze treten, wenn auch schon frühzeitig, doch erst auf einer bestimmten Entwicklungsstufe auf. So könnte man auch zu der Annahme kommen, dass an manchen Orten Nervenzellen vorhanden seien, die überhaupt keinen Fortsatz entwickelt haben und auf ursprünglicher Stufe stehen geblieben sind. Wenn es auch vielleicht solche Orte gibt, so sind sie doch jedenfalls sehr beschränkt und verschwindend selten gegenüber der überwältigenden Mehrzahl von fortsatzhaltigen. Wo solche fortsatzlose Zellen noch als vorhanden beschrieben werden, wie z. B. manche Zellen im Sympathicus des Frosches [S. Mayer], da sind es möglicherweise Entwicklungsstufen. Auch als pathologische Fälle mögen fortsatzlose Zellen vorkommen; wie es in anderen Gebieten Hemmungsbildungen gibt, warum sollten nicht auch hier solche vorkommen? Wir hätten es eben in ihnen mit auf ursprünglicher, fortsatzloser Stufe stehen gebliebenen Nervenzellen zu thun. Ob fortsatzlose Zellen auch als normale, fertig entwickelte, functionskräftige Formen betrachtet werden dürfen, ist sehr zweifelhaft geworden. Denn die meisten, wenn nicht alle, mit beschränkteren Hilfsmitteln in früherer Zeit für fortsatzlos gehaltenen Zellen haben sich, mit besseren Methoden untersucht, als fortsatzhaltig herausgestellt. Der Fortsatz gehört nach unseren jetzigen Ergebnissen und Vorstellungen zum Wesen der Nervenzelle: durch ihn empfängt oder überträgt die Nervenzelle Antriebe, Erregungen; der Fortsatz ist das Leitungsmittel der Erregung und als solches natürlich von höchster Wichtigkeit.

Sehen wir also von fortsatzlosen, apolaren Nervenzellen als fertig entwickelten und normalen Gebilden ab, so sind mit Rücksicht auf die Fortsätze folgende drei Arten von Nervenzellen namhaft zu machen.

Fig. 187.



1) **Unipolare Nervenzellen.** Zellen mit einem einzigen Fortsatz bilden die typische Form in den Spinal- (Intervertebral-) Ganglien der Säugethiere, Vögel, Reptilien und Amphibien (Fig. 187). Die Schwann'sche Scheide der aus der Ganglienzelle hervorgehenden Nervenfaser setzt sich als glashelle, mit Kernen versehene geschlossene Hülle über die ganze Oberfläche der Zelle fort und ist diese kernhaltige Zellenhülle, wie die Schwann'sche Scheide selbst, als ein aus Bindegewebszellen hervorgegangenes Erzeugniss zu betrachten. Der Kern der Nervenzelle liegt gewöhnlich in der Nähe des dem Nervenfaserpol gegenüberliegenden Poles. Schon in unmittelbarer Nähe der Zelle umhüllt sich die von ihr entspringende Nervenfaser (Axencylinder) mit einer anfänglich sehr dünnen, rasch ihre endliche Dicke gewinnenden Markscheide.

Fig. 187. Ganglienzelle aus dem Ganglion Gasseri des Kaninchens. (Nach Key und Retzius.)
n, n, n, Kerne der Hülle und Schwann'sche Scheide. Bei t Theilung der Nervenfaser in zwei.

Wie Ranvier fand und Key und Retzius bestätigten, theilt sich die Nervenfaser der unipolaren Ganglienzellen in mehr oder minder grosser Nähe der Zelle in zwei auseinanderweichende Fasern, so dass die Gabelungsstelle die Form eines T erhält (Tubes en T, Ranvier). Stellt man sich vor, der Zwischenraum zwischen der Zelle und der Theilungsstelle verkürze sich immer mehr und sinke endlich auf 0, so haben wir eine bipolare Zelle mit einfachem Nervenpol vor uns. Solche Uebergangsstellen von der einen in die andere Form wurden in der That von Freud in den Spinalganglien des Neunauges aufgefunden. (S. auch den Abschnitt „Rückenmarksnerven".)

2) **Bipolare Nervenzellen.** Nervenzellen mit zwei Fortsätzen kommen in grosser Mannigfaltigkeit vor. Sie besitzen entweder eine Schwann'sche Scheide oder entbehren derselben.

a) Bipolare Nervenzellen mit Schwann'scher Scheide. α) Beide Fortsätze entspringen aus demselben Pol. Zu diesen bipolaren Nervenzellen mit gleichständigem Nervenpol gehören die soeben erwähnten Spinalganglienzellen der Neunaugen. Nahe verwandt mit dieser Form sind die Ganglienzellen mit Spiralfasern, welche besonders in den sympathischen Ganglien der Amphibien eine grosse Verbreitung besitzen (Fig. 188). Aus dem Zellkörper entspringt neben der in gewöhnlicher Weise sich verhaltenden geraden Faser (Fig. 188 a) eine andere, meist dünnere (Fig. 188 b), welche in mehreren Spiralwindungen den Anfangstheil der geraden Faser umkreist, darauf jedoch dieselbe verlässt und eine andere Richtung einschlägt. Sie wurde Spiralfaser genannt (Beale, J. Arnold). β) Beide Fortsätze entspringen aus den gegenüber-

liegenden Seiten der Zelle; der Kern liegt zwischen beiden in der Mitte. Zu diesen Zellen mit gegenständigem Nervenpol gehören die Spinalganglienzellen der meisten Fische (Fig. 189). Hierher gehören auch die Zellen des Ganglion acusticum des Menschen. In seltenen Fällen setzt sich die Markscheide über die Zellen hinweg fort, so dass die Markscheide des einen Fortsatzes in diejenige des anderen Fortsatzes ohne Unterbrechung übergeht, wie in Fig. 190, die eine Acusticus-Ganglienzelle des Hechtes darstellt.

Fig. 188. Fig. 189. Fig. 190.

Fig. 188. Ganglienzelle aus dem Sympathicus des Laubfrosches mit Spiralfaser. (Nach Beale.)

a, gerade Faser; b, c, b, anfangs doppelte Spiralfaser.

Fig. 189. Bipolare Ganglienzelle aus dem Ganglion trigemini vom Hecht. (Nach Bidder.)

Fig. 190. Bipolare Nervenzelle aus dem N. acusticus vom Hecht,

mit Markscheide b, b; c, Zelle mit Kern; a, Axencylinder.

b) Bipolare Zellen ohne Schwann'sche Scheide. In diese Abtheilung gehören im Gehirn und in der Retina in mehr oder minder mächtigen Schichten dicht gedrängt bei einander liegende kleine Zellen, die einen grossen Kern und nur Spuren von Protoplasma besitzen. Man nennt sie gewöhnlich Körner (Fig. 191).

Fig. 191.



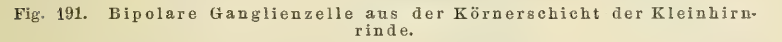


Fig. 191. Bipolare Ganglienzelle aus der Körnerschicht der Kleinhirnrinde.

3) **Multipolare Nervenzellen.**

a) Mit Schwann'scher Scheide. Typische Orte ihres Vorkommens sind Zellen des Sympathicus des Menschen, der Säugethiere und der Vögel (Fig. 192).

b) Ohne Schwann'sche Scheide.

In diese Abtheilung gehört die Mehrzahl der Nervenzellen des Gehirns und Rückenmarks. Seit den Untersuchungen von Deiters unterscheidet man an

diesen Zellen zwei Arten von Fortsätzen (Fig. 193, 194). Die Mehrzahl der Fortsätze stellt unmittelbare Verlängerungen der Zellsubstanz nach so vielen Richtungen dar, als Ausläufer dieser Art vorhanden sind. Man muss sich die Entstehung dieser Fortsätze in der Weise vorstellen, dass das Dickenwachsthum der jugendlichen Zellen, statt ein allseitiges zu sein, auf gewisse Stellen des

Fig. 192.

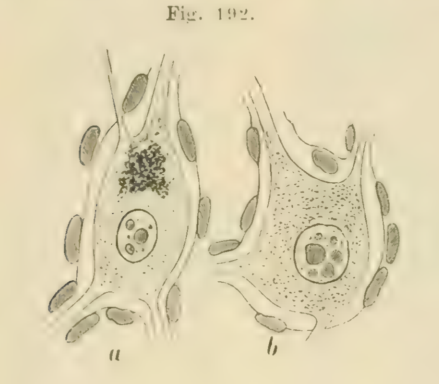


Fig. 192. Zwei multipolare Zellen aus dem Sympathicus.

a, aus dem Ganglion cervicale; b, aus dem Ganglion coeliacum.

Zellenumfangs sich concentrirte und hier ein bevorzugtes war. So entstehen überhaupt die Ausläufer der Zellen, auch der unipolaren; bei ihnen war die bevorzugte Stelle eine einseitige; bei den multipolaren eine vielseitige. Jene mehrfach vorhandenen Fortsätze der Zelle nun bleiben nicht ungetheilt, sondern spalten sich theils dichotomisch in feinere und feinere Zweige, theils treten von Stelle zu Stelle aus einem starken Fortsatz feinste Fäserchen (Fibrillen) ab. So entwickelt sich schliesslich aus der fortgesetzten Verästelung der Fortsätze, die man Protoplasmafortsätze oder verästelte Fortsätze nennt, ein terminaler Fibrillenbusch.

Fig. 193.

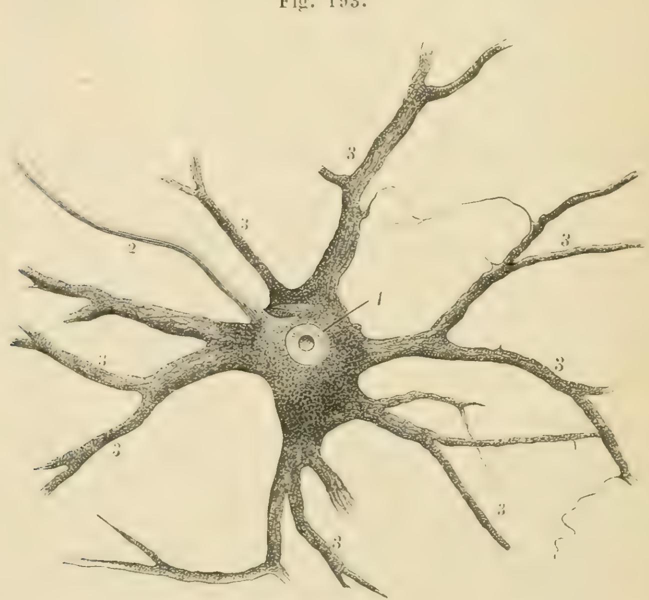


Fig. 193. Multipolare Ganglienzelle aus dem Vorderhorn der grauen Substanz des Rückenmarks vom Rinde, nach Deiters.

1. Zellkern; 2, Axencylinderfortsatz; 3, 3, verästelte Fortsätze.

Dieser ist nicht nur für die Leitung, sondern auch für die Ernährung von Bedeutung; denn es ist begreiflich, wie sehr durch diese Theilung die Oberfläche

der Zelle an Grösse gewinnt und geschickt gemacht wird, in die umgebende Ernährungsflüssigkeit einzutauchen; die Zahl der verästelten Fortsätze ist verschieden, mindestens sind deren zwei, oft zehn und mehr vorhanden: letztere strahlen alsdann radiär nach den verschiedensten Richtungen aus.

Fig. 194. Pyramidenzelle der Grosshirnrinde. Nach Koschewnikoff. Vergrösserung etwa $^{300}/_{1}$.
a, Spitzenfortsatz; b, b, seitliche Basalfortsätze; c, mittlerer Basalfortsatz oder Axencylinderfortsatz.

Fig. 194.



Neben den verästelten Fortsätzen haben diese multipolaren Nervenzellen noch einen unverästelten Fortsatz, welchen man auch Axencylinder- oder Nervenfortsatz nennt, da er ohne Umwege zu machen, sofort und ungetheilt in den Axencylinder einer Nervenfaser ausläuft und sich alsbald mit einer Markscheide umhüllt. Dieser ungetheilte Fortsatz entspringt entweder direct vom Körper der Zelle oder von einem ihrer ersten breitesten Fortsätze. Er ist nach seinem Abgang von der Zelle sehr fein, wird aber allmählich breiter. Der ungetheilte Fortsatz erscheint besonders an Chromsäurepräparaten mehr homogen, während die getheilten eine feinkörnige, dem Zellprotoplasma ähnlichere Beschaffenheit besitzen. Sicher ist, dass auch der ungetheilte Fortsatz aus dem Protoplasma der Zelle ursprünglich hervorwuchs und diesen Ausgangspunkt beständig bewahrt, nicht aber vom Kern oder Kernkörperchen ausgeht, wie mehrfach behauptet worden ist. Ja der ungetheilte Fortsatz stimmt noch in einer anderen wichtigen Beziehung mit dem getheilten überein, insofern beide, wie schon M. Schultze nachwies, eine längsgestreifte Structur besitzen, so dass von einer blos feinkörnigen Beschaffenheit der getheilten, von einer homogenen der ungetheilten Fortsätze an frischen Zellen nicht die Rede sein kann. In Bezug auf die Zelle selbst ist die längsfibrillirte Beschaffenheit der Fortsätze natürlich als eine in radiärer Richtung liegende Streifung aufzufassen.

In früherer Zeit war man sehr geneigt, eine grosse Häufigkeit von Nervenzellen anzunehmen, welche durch einen breiten kurzen Protoplasmafortsatz miteinander verbunden seien. Man nannte diese Erscheinung Anastomosen von Nervenzellen und glaubte sie besonders im Gehirn und Rückenmark, den Haupt-

lagerstätten multipolarer Zellen, vertreten. Seit den vorsichtigen Isolationen von Nervenzellen von Deiters ist man in der Annahme anastomosirender Nervenzellen vorsichtiger geworden. Es stellte sich heraus, dass man häufig mit zwei Fortsätzen zweier Zellen zu thun hatte, die sich einander deckten, ohne sich miteinander zu verbinden. Indessen wäre es zu weit gegangen, solche Anastomosen, wie es geschehen ist, überhaupt zu leugnen. Sie sind in den letzten Jahren besonders durch sorgfältige Beobachtungen von J. Carrière festgestellt worden. Solche Doppelzellen sind entweder hervorgegangen durch Verwachsung zweier bei ihrer Entstehung aufeinandertreffender Ausläufer, oder, was wahrscheinlicher ist, aus unvollständiger Theilung von Zellen. Die Theilung war keine vollständige, sondern blieb unvollendet, sie vollzog sich bis auf jenen Rest, der nun eine Verbindungsbrücke zwischen beiden Zellen darstellt. Wenn auch nur selten durch so breite Ausläufer verbunden, so sind die multipolaren Nervenzellen doch keineswegs sämmtlich vollständig von einander isolirt. Sie sind vielmehr in sehr verbreiteter Weise auf feinere Art miteinander verbunden, und zwar durch die terminalen Fibrillenbüsche, deren Bestandtheile sich innig aneinander legen und dadurch terminale Anastomosen bilden. Wichtig ist, dass aus der Wiedervereinigung von Fibrillen des anastomosirenden Buschwerkes ächte Nervenfasern hervorgehen können und vielleicht vielfach hervorgehen [J. Gerlach gegen widersprechende neue Angaben von Golgi.]

4) **Der Bau des Zellkörpers und des Kerns.** Der Körper der Spinalganglienzelle, mit welcher wir unsere Betrachtung beginnen, zeigt am frischen Isolations- oder Schnittpräparat anscheinend eine gleichmässige, dichte und matte Granulirung, eine „feine moleculare Trübung", wie es Schwalbe ausdrückte. Sie wird von ihm, wie vor Jahren schon von Kölliker, auf eine netzförmige Anordnung des Protoplasma zurückzuführen versucht. Flemming, dieselben Zellen an sorgfältig behandelten Reagentienpräparaten studirend, findet die Struktur nicht eigentlich netzförmig (Fig. 195). Der Zellenleib zeigt sich vielmehr durchzogen von feinen Fädchen, welche zwar die verschiedensten Windungen und Knickungen beschreiben, aber doch in der Weise gleichmässig vertheilt zu nennen sind, dass sie überall im Zellkörper ungefähr gleiche Entfernungen von einander einhalten. Diese Fäden tragen dickere Knötchen oder Körner von meist unregelmässiger Form und rauher Begrenzung, welche ihrerseits wiederum in ziemlich gleichen Abständen gelagert sind. Ob hier Anschwellungen der Fäden vorliegen, oder von diesen verschiedene Stofftheile, die ihnen nur anliegen, lässt sich nicht entscheiden; ebensowenig, ob sie vielleicht nur örtliche engere Windungen, Aufknäuelungen des Fadens, darstellen; am ehesten allerdings zeigten sie sich als besonders abgegrenzte Stofftheile, Körner. Fäden und Körner färbten sich, wenn die Schnitte gefärbt wurden, recht bedeutend mit, blieben jedoch allerdings weit blasser als die Kerne. Die inter-

Fig. 195.

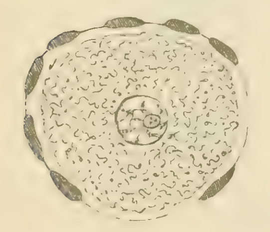


Fig. 195. Spinalganglienzelle mit Schwann'scher Scheide. (Nach Flemming.)

fibrilläre Substanz weist nur einen ganz schwachen Hauch von Farbe auf. Bei Anwendung schwächerer Vergrösserungen entsteht so das Bild einer gröberen, dunkleren Tigerung des Zellkörpers und einer dazwischen eingestreuten, blasseren und feineren Körnelung. Ob die Fäden sich miteinander verbinden, oder nur zwischen einander hindurchgeschlungen liegen, ob viele Fädchen, oder ob nur ein langer in viele Windungen aufgerollter Faden vorliegt, bleibt zweifelhaft, wenn es auch manchmal den Anschein hat, dass mehrere Fädchen von einem Vereinigungspunkt ausgehen. Fäden und Körner zeigen in verschiedenen Ganglienzellen ungleiche Grössen. Dass nicht reine Reagentienerscheinungen vorliegen, sondern im Bau der Spinalganglienzellen selbst begründete Besonderheiten, geht daraus hervor, dass Nervenzellen von anderen Arten, z. B. aus den Vordersäulen des Rückenmarkes bei der gleichen Behandlung constant ein völlig verschiedenes Bild ergaben. Zellen des Sympathicus dagegen zeigten eine ähnliche Beschaffenheit des Protoplasmabaues wie die Zellen der Spinalganglien.

Die Kerne der Spinalganglienzellen sind rund oder ellipsoid, zart oder scharf begrenzt, am frischen Gegenstand wasserklar, und zeigen ohne weitere Behandlung nichts als einen grossen runden, excentrischen Nucleolus. So verhält sich unter der gleichen Bedingung auch der Kern der sympathischen und centralen Nervenzellen. Mit geeigneten Reagentien behandelte Zellen dagegen zeigen im Kern ausser dem runden scharf begrenzten Nucleolus eine ungleichmässig vertheilte Substanz, die sich zusammengesetzt zeigt aus blasseren Strängen und Klümpchen, welche mit dunkel tingirten Körnchen unregelmässig durchlagert sind [Flemming]. Die Stränge erreichen vielfach deutlich die Wand des Kerns; an dieser, sowie meistens um das grosse Kernkörperchen, ist die Masse dichter angehäuft. Der Nucleolus und die Körnchen in den Strängen werden durch Tinctionsmittel weitaus am stärksten und beide gleichstark gefärbt. Bei etwas schwächerer Färbung treten im Nucleolus zerstreute dunkle Körnchen und eine dunkelgefärbte Nucleolenwand hervor. In der Regel ist nur ein Nucleolus in jedem Kern enthalten; in seltenen Fällen beherbergt der Kern indessen ausser dem grossen Nucleolus noch einen bis zwei kleinere. Im Ganzen besteht also der Kern aus einem Gerüst oder Netzwerk, welches chromatische Substanz trägt, aus einer weichen oder flüssigen Zwischensubstanz (Kernsaft), aus einem rund abgegrenzten Nucleolus und aus einer Kernmembran, welche ebenfalls aus chromatischer Substanz (Nuclein) besteht [Flemming].

Was die multipolaren Zellen des Rückenmarks und Gehirns betrifft, so zeigt sich der Körper dieser Zellen der herrschenden Auffasssung entsprechend mehr oder minder deutlich zusammengesetzt aus einem dichten Netzwerk zarter Substanzbälkchen, deren Anordnung in der Umgebung des Kerns häufig eine concentrische ist. In dieses Protoplasmanetz geht fibrilläre Substanz der Fortsätze (Fig. 196) in der Weise über, dass die Fibrillen beim Herantreten des Fortsatzes in Zellennähe und beim Uebergang in den Zellkörper auseinanderweichen, im Innern der Zelle sich entweder mit einander verbinden oder kreuzen und sich weiterhin dem Blick entziehen. Die concentrische Streifung erinnert in mehrer Hinsicht an die Jahresringe der Bäume. Sie ist wie diese, ganz unzweifelhaft in erster Linie als eine Wachsthumserscheinung zu deuten, wenn sie auch eine andere Unterlage hat, als veränderte Temperaturverhältnisse. Sie ist der in verschiedenen Fällen sich verschieden deutlich ausprägende Ausdruck eines con-

centrischen Wachsthums. Nehmen wir hinzu, dass die Ausläufer der Zellen auf ein örtlich gewaltig gesteigertes radiäres Wachsthum hinweisen, so haben wir ein combinirtes radiär-concentrisches Wachsthum vor uns, welchem die sich entwickelnde Zelle unterliegt. Zu dieser von mir im Jahre 1882 ausgesprochenen Ansicht bekenne ich mich auch jetzt noch, obwohl gerne zugegeben werden kann, dass jene Form des Wachsthums verschiedene Modificationen zu erfahren vermag. Eine solche würde vorliegen, wenn das Faden- und Körnchenwerk der Spinalganglien- und Sympathicus-Zellen in der That als natürliches Gebilde angesprochen werden darf; denn jedenfalls ist diese Struktur als eine secundäre, nicht mehr ursprüngliche aufzufassen.

Fig. 196.

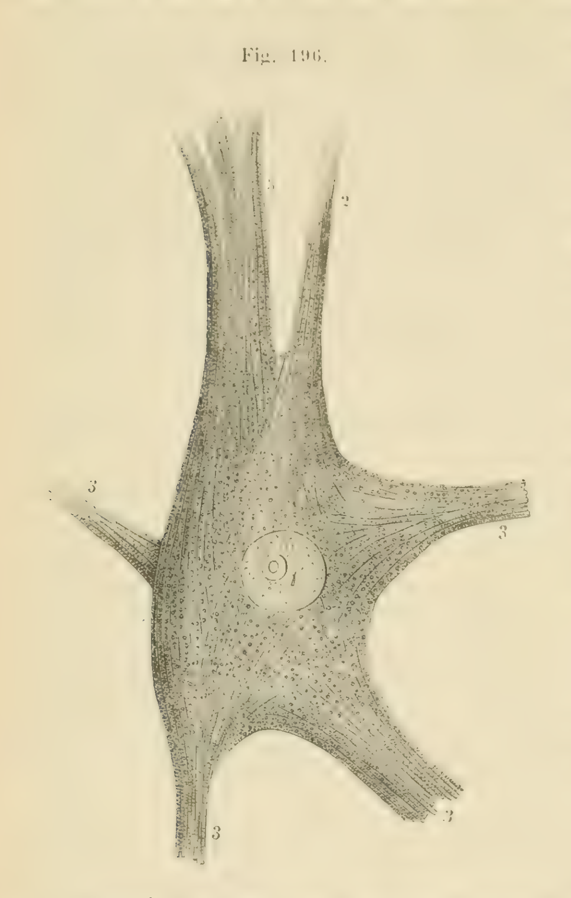


Fig. 196. Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks vom Kalb, nach kurzer Maceration in Jodserum, nach M Schultze. $^{600}/_1$.

1, Kern mit Kernkörperchen und Vacuole in letzterem; 2, Axencylinderfortsatz; 3, 3. verästelte Fortsätze.

Centrale Nervenzellen, die ebenso behandelt worden waren, wie die erwähnten Spinalganglienzellen, z. B. Zellen der Vordersäulen des Rückenmarkes vom Kalbe, der Katze, dem Kaninchen zeigten nach Flemming's Beobachtungen sehr deutlich jene streifige Struktur, wie sie durch Remak, Max Schultze und viele Andere bekannt geworden ist und von welcher vorher die Rede war; indessen ist die Streifung auch nicht so gleichmässig und scharf feinfaserig, wie einige Abbildungen (s oben Fig. 196) von M. Schultze sie erkennen lassen. Es treten an in Hämatoxylinlösung gefärbten Präparaten jene Streifen als dunkle Linien in einer sehr schwach gefärbten Umgebung hervor; sie sind oft auch auf lange Strecken verfolgbar, aber nicht als scharfe feine Linien, sondern rauh begrenzt, wie fein gekörnt, hie und da unterbrochen. In den einen Zellen sind diese Streifen feiner, in andern gröber, in manchen in dem Masse, dass an Schnitten, welche quer- oder schräggetroffene Streifen zeigen, eine sehr grobe Granulirung des Zellkörpers vorzuliegen scheint. So ist also in den centralen Zellen bei derselben Behandlung ein parallelstreifiger Bau zu finden, welcher in den Ganglienzellen der Spinalknoten gewundene Fadenwerke zeigt. Auf die häufige concentrische Streifung des um den Kern gelegenen Protoplasma

geht Flemming nicht ausführlicher ein, gibt jedoch in einer Abbildung dem bestehenden Verhältniss sehr deutlichen Ausdruck.

Eine weit verbreitete Eigenthümlichkeit centraler und peripherer Nervenzellen beruht darin, dass im Körper derselben (und zwar besonders im paraplasmatischen Theil des Körpers) Ablagerungen körnigen Pigmentes von gelber, brauner bis braunschwarzer Farbe auftreten, welche einen kleinen oder grösseren Raumtheil des Zellkörpers einnehmen, niemals aber in den Kern selbst eindringen. Ganze Gebiete von geringerer oder grösserer Ausdehnung können in Folge der reichlichen Gegenwart solchen Pigmentes innerhalb der Nervenzellen einen für das freie Auge sehr wohl wahrnehmbaren besonderen Farbenton von gelb und braun bis zu schwarz erhalten (*Globus pallidus* im Grosshirn, *Substantia ferruginea* im Kleinhirn, *Stratum nigrum Sömmerringii* im Mittelhirn).

Sehen wir von der besonderen Struktur der verschiedenartigen Nervenzellen weiterhin ab, einem Gebiete, über welches die Zukunft noch mancherlei Licht ausstreuen wird, so ist als eine nicht minder wichtige Thatsache der Umstand hervorzuheben, dass, wie in vielen anderen, ja wahrscheinlich in allen Zellenarten, so auch in den Nervenzellen das Protoplasma eine morphologisch differente, mindestens aus zwei Substanzen geformte Masse ist, einer festeren und einer weicheren, die auch als Proto- und Paraplasma von einander unterschieden worden sind [Kupffer]. Auch das Paraplasma, von homogener Beschaffenheit, und die Lücken des protoplasmatischen Formwerkes ausfüllend, ist als eine eiweissartige Substanz zu betrachten.

II. Die Nervenfasern.

Der zweite Bestandtheil des Nervengewebes, die Nervenfasern, kommt in grosser Menge in der grauen Substanz der Centralorgane und in den Ganglien vor und bildet ferner den Hauptbestandtheil der weissen Substanz der Centralorgane und der peripheren Nerven, seien letztere nun weiss von Ansehen, wie der weitaus grössere Theil derselben, oder grau, wie ein anderer Theil der Nerven. Von den Nervenfasern hat das ganze Nervensystem eigenthümlicher- und doch wiederum begreiflicherweise seinen Namen.

Die Nervenfasern stellen sehr feine cylindrische Fäden dar, welche während ihres Verlaufes von der grauen Substanz zu anderen Theilen grauer Substanz, oder während ihres Verlaufes von der letzteren zur Peripherie meist ungetheilt bleiben und erst im Gebiete ihrer Endausbreitung Theilungen eingehen.

Man pflegt zwei Hauptarten von Nervenfasern zu unterscheiden, markhaltige und marklose. Beiden gemeinsam und der niemals fehlende, wesentliche Bestandtheil aller Nervenfasern ist jener cylindrische, im peripherischen Gebiet öfters auch abgeplattete Faden, dessen Ursprungstheil wir bereits kennen gelernt haben, und von dem wir wissen, dass er entweder unmittelbar aus dem Zellkörper oder aus dem Fibrillenbusch seinen Ursprung nimmt. Man nennt diesen Faden den Axenfaden, da er in der Regel axiale Lage besitzt, oder auch Axenfaser, Axencylinder. Dieser Axencylinder ist, wie man sich leicht denken kann, der zuerst angelegte, ursprüngliche Theil der Nervenfaser. Er kann, wie es in einigen Gebieten der Centralorgane der Fall ist, dauernd hüllenlos bleiben, wir haben dann einen nackten Axencylinder vor uns; oder er wird in vielen Bezirken in der Peripherie, an seiner Endausbreitung wieder hüllenlos,

während er bis dahin eine Hülle besass. Der Hüllen gibt es mehrere, und sie werden in der Folge genauer zu betrachten sein; diese Hüllen sind die Markscheide, die Schwann'sche Scheide und die Fibrillenscheide.

1) **Der Axencylinder.** Er besteht aus einer eiweissartigen Substanz, geht wie gesagt aus einer Nervenzelle (ihrem Körper oder aus dem fibrillären Buschwerk) hervor und durchzieht seinen Weg entweder in gerader oder in gebogener oder auch in sehr verschlungenen Bahnen. In ununterbrochenem Verlauf erstreckt er sich von seinem Ursprungspunkte bis zu seinem Endpunkt, sei letzterer nun in einem Centralorgan oder in der Peripherie gelegen. Sein Durchmesser ist ein sehr verschiedener und schwankt von ausserordentlicher Kleinheit bis zu ansehnlichen Grössen (0,5 bis 10 μ). Begierig nimmt er eine Reihe von Farbstoffen an, in deren Lösungen er gebracht wird, und kann auf diesem Wege, wie zuerst J. Gerlach in folgenreicher Weise fand, sehr leicht sichtbar gemacht werden. Andere Mittel, ihn sichtbar zu machen, sind: die Behandlung der Nervenfasern mit Aether, oder mit Collodium [Pflüger]; Maceration der Nervenfasern in schwachen Lösungen von Chromsäure, doppelt chromsaurem Kali u. s. w.

Seine Struktur war bis in die jüngste Zeit herein der Gegenstand von Nachforschungen; hat man es doch in ihm mit dem wichtigsten Theil desjenigen Gebildes zu thun, welchem die Leitung von centripetalen und centrifugalen Erregungen zufällt. Schon M. Schultze hat dem Axencylinder einen fibrillären Bau zugeschrieben. In der Folge mehrfach bestritten, ist die Ansicht vom fibrillären Bau desselben in letzter Zeit besonders durch die Beobachtungen von Kupffer mit neuen Stützen umgeben worden. Er bediente sich zu diesem Behufe des Ischiadicus des Frosches und der Behandlung mit Osmiumsäure und der nachfolgenden Färbung mit Säurefuchsin. Querschnitte ergaben, dass das dem Axencylinder entsprechende Feld von einer mehr oder minder grossen Zahl feiner Punkte eingenommen war, während das Axencylinderfeld im Ganzen einen grösseren Durchmesser besass, als man es nach anderweitigen Härtungsmethoden zu finden gewohnt war. Die gefärbten Pünktchen sind oft ganz gleichmässig durch das Feld vertheilt und von gleicher Grösse in der einzelnen Faser, von etwas verschiedener Grösse in verschiedenen Fasern. In anderen Fällen sind die Punkte in der Mitte dichter gehäuft und fehlen gegen die durch Osmium schwarzgewordene Markscheide hin. An breiten Fasern sind gegen 100 Punkte vorhanden (s. Fig. 197). An Längsschnitten tritt Alles, was vorher als Pünktchen wahrgenommen wurde, als gleichmässige parallele Streifung, als eine Anzahl von Fibrillen zu Tage, welche keine Geflechte miteinander eingehen, sondern in gleichmässiger Dicke den Axencylinderraum durchziehen. In der Nähe der Markscheide befindet sich entweder ein schmaler fibrillenfreier Raum, oder die Fibrillen erstrecken sich bis zur Markscheide. Nichts zeigte sich, was als

Fig. 197.

Fig. 197. Aus einem mit Osmiumsäure behandelten und carmingefärbten Querschnitt und Längsschnitt des Frosch-Ischiadicus (nach Kupffer). Die Markscheiden sind als breite schwarze Ringe und Linien sichtbar. Die Primitivfibrillen sind als Punkte oder feine Parallellinien sichtbar; zwischen den feinen Linien und Punkten befindet sich interfibrilläre (paraplasmatische) Substanz

eine besondere Axencylinderscheide hätte gedeutet werden können. Hieraus ergibt sich, der Axenraum sei nicht vollständig von Fibrillen erfüllt, sondern theils von ihnen, theils von einer an Menge überwiegenden interfibrillären Substanz, welche als paraplasmatische, eiweisshaltige und gerinnungsfähige Flüssigkeit gedeutet werden muss, während die Fibrillen sich mehr dem Protoplasma nähern, hingegen durch ihre starke Neigung zu Farbstoffen sich von ihm unterscheiden. Die Fibrillen stellen die Primitivfibrillen der Nervenfaser dar.

Ich selbst kenne seit mehreren Jahren kein schöneres Beispiel für die fibrilläre Structur des Axencylinders als die grossen Müller'schen Nervenfasern der Neunaugen, welche an tingirten Schnitten durch das in Chromsäure gehärtete Rückenmark durchaus die Punktirung und Längsstreifung zeigen, wie sie soeben geschildert worden ist.

2) **Die markhaltigen Nervenfasern.** Sie zerfallen je nach dem Vorhandensein oder Fehlen einer Schwann'schen Scheide in zwei Abtheilungen.

a) Markhaltige Nervenfasern mit Schwann'scher Scheide. Sie bilden den überwiegenden Bestandtheil aller Hirn- und Rückenmarksnerven, finden sich aber auch in vielen sympathischen Nervensträngen neben marklosen Fasern. Sie finden sich ferner in den Ganglien, den spinalen und den sympathischen.

Die Markscheide besteht aus einer glänzenden stark lichtbrechenden Substanz, welche aus einem Gemenge von Eiweiss und Fetten zusammengesetzt ist und überdiess noch einen hornartigen Stoff, Neurokeratin enthält, sei es, dass der letztere in Lösung vorhanden ist, wofür die meisten Gründe sprechen, oder ein Gerüste in der Markscheide bildet, wie es der Entdecker des Neurokeratin, W. Kühne, annimmt. Die Markscheide ist es, welche den Nerven ihr schneeweisses Ansehen gibt. Man nennt den zusammengesetzten Stoff Nervenmark, Myelin. An ganz frischen, lebenden Nervenfasern zeigt die Markscheide meist scharfe Grenzlinien, umhüllt den Axencylinder und lässt denselben nirgend wahrnehmen, wo sie vorhanden ist. An den absterbenden Nervenfasern verändert sich das Bild der frischen Faser alsbald dadurch, dass neben der Grenzlinie der Faser jederseits eine zweite benachbarte, der Grenzlinie parallele Linie, oder besser eine innere Grenzlinie gesehen wird (Fig. 198). Aus diesem Grunde nannte man diese Fasern auch doppelt conturirte Nervenfasern.

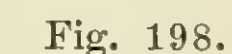
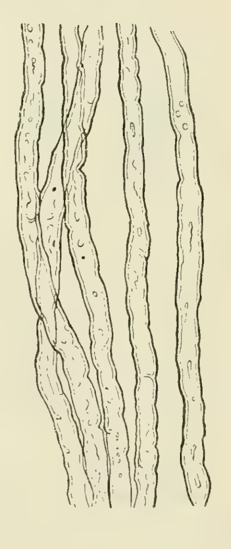



Fig. 198. Markhaltige Nervenfasern mit doppelten Conturen und buchtigen Begrenzungen.

Die doppelte Conturirung ist der Anfang einer in der Folge weit stärker hervortretenden Gerinnung des Nervenmarkes, welche eintritt, wenn die Nervenfaser ihren normalen Bedingungen entzogen wird. In der lebenden Faser ist das Nervenmark in flüssiger Form vorhanden und quillt an Rissstellen hervor. Bei Wasserzusatz kann das Ausfliessen des Nervenmarkes aus der Schwann'-

schen Scheide so lange fortdauern, bis der ganze Vorrath entleert ist. Das ausfliessende Mark gerinnt dabei zu eigenthümlichen kugeligen, knolligen, kleineren oder grösseren Gebilden, die man Myelintropfen nennt.

Wenn man den öligen Bestandtheil des Myelin durch Behandlung der Nerven mit kochendem Alkohol und Aether entfernt hat, so bleibt in dem früher vom Nervenmark erfüllten Raum ein zierliches, stark lichtbrechendes Gerüst zurück, das bereits erwähnte Horngerüst, die Hornspongiosa der Markscheide. Zwischen zwei aus derselben Substanz bestehenden, die innere und äussere Abgrenzung des Markes bezeichnenden Scheiden, der äusseren und inneren Hornscheide, welche beide durchbrochen sind, spannen sich Bälkchen aus, welche zusammen mit den Hornscheiden das Horngerüst ausmachen. Die

Fig. 199.

Fig. 199. Künstlich dargestelltes Neurokeratin-Gerüst oder Horngerüst (h) einer markhaltigen Nervenfaser; n, Schwann'sche Scheide; a, Axencylinder.

innere Scheide wird auch als Scheide des Axencylinders bezeichnet [Kuhnt]. Ob das, besonders durch das Vorkommen von Neurokeratin im Nervenmark durchaus interessante Horngerüst wirklich einem präformirten Zustand entspricht, darüber sind noch Zweifel zulässig, wie bereits erwähnt worden ist (Fig. 199).

Die Schwann'sche Scheide, für die man auch die Bezeichnung Neurilemma zu gebrauchen sich gewöhnt hat, ist eine glashelle, elastische, structurlose Membran, welche der äusseren Oberfläche der Markscheide an den meisten Stellen so innig anliegt, dass sie mit dem Rande des Nervenmarkes nur eine einzige Grenzlinie bildet. An bestimmten Stellen aber verändert sich das Bild. Von Strecke zu Strecke nämlich liegen der inneren Oberfläche der Schwann'schen Scheide ovale Kerne an, welche an den Polen meist noch von feinkörnigem Protoplasma umgeben sind. Wir haben es hier also mit Zellen zu thun. Man betrachtet letztere sehr gewöhnlich als Reste der embryonalen Bildungszellen der Nervenfaser; indessen werden sie mit besserem Grunde nur als Reste der Bildungszellen der Mark- und Schwann'schen Scheide angesehen. Hiermit stimmt sehr wohl überein eine neuere Beobachtung von Grünhagen, welcher durch Silberbehandlung der Nervenfaser im Umkreis eines solchen Zellenfeldes Zellengrenzen sichtbar machte. An den Stellen, welche eine Schwann'sche Zelle tragen, wie man sie nennen kann, ist die Schwann'sche Scheide vom Nervenmark getrennt und ohne weitere Behandlung sichtbar. Die Schwann'sche Zelle buchtet die Markscheide ein, während die äussere Grenzlinie der Nervenfaser keine Veränderung erfährt.

Von künstlichen Einkerbungen der Markscheide, wie sie auch bei der Gerinnung sich geltend machen, sind zwei andere Einkerbungen zu unterscheiden, welche als normale Vorkommnisse betrachtet werden müssen.

Die eine Form (Fig. 200, A u. B bei r) erscheint dadurch ausgezeichnet, dass auch die Schwann'sche Scheide hervorragend bei ihr betheiligt ist. Sie wird dargestellt durch tiefe ringförmige Einschnürungen, die von Ranvier entdeckt und *étranglements annulaires*, Schnürringe, genannt worden sind. Sie sind über die Länge der markhaltigen Faser in bestimmten Abständen vertheilt und fehlen auch den Nervenwurzeln nicht. Je feiner die Faser ist, um

so näher pflegen sie bei einander zu liegen, sie stehen um so weiter ab, je dicker die Faser (Key und Retzius). So sind bei Fasern von 2 μ Breite die Abstände 89—92 μ, bei 16 μ dicken Fasern aber 872—962 μ. Der Schnürring besteht darin, dass die Schwann'sche Scheide in ringförmiger plötzlicher, auf dem Grunde zugeschärfter Einsenkung bis in die Nähe des Axencylinders vordringt, so dass hier das Mark ganz fehlen kann und der Axencylinder sichtbar wird. Behandlung mit Silbernitrat bringt in der Tiefe der Einsenkung eine quere schwarze Trennungslinie hervor, ähnlich den bei derselben Behandlung erscheinenden Kittlinien der Epithelien. Man schliesst hieraus, dass die Schwann'sche Scheide aus einer Anzahl röhrenförmiger Segmente aufgebaut sei, die an der Einschnürungsstelle miteinander in Verbindung treten.

Fig. 200.

Fig. 200 A u. B. Markhaltige Nervenfasern.

a, Axencylinder; s, Schwann'sche Scheide; n, n, Nervenkerne, die Markscheide leicht einbuchtend; p, p, feinkörnige Substanz an den Polen der Kerne; r, r, Ranvier'sche Einschnürungen: es hört hier das Nervenmark auf, der Axencylinder ist sichtbar; i, i, in B, sind die Grenzlinien der Marksegmente, entsprechend den Lantermann'schen Einkerbungen.

Indessen ist es wahrscheinlich, dass, wie schon oben angedeutet worden ist, jedes dieser Segmente selbst wieder aus einer Anzahl kleinerer Stücke aufgebaut ist, deren Grenzen sich allerdings nur unvollkommen nachweisen lassen (Grünhagen). Bei den Fischen (z. B. beim Hecht) ist die Anzahl der Kerne innerhalb der gleichen Strecke weit grösser, sie beträgt 5—16 (Key und Retzius); es spricht dies für das angegebene Verhältniss. Man darf in den Schnürringen Einrichtungen erkennen, welche den Erfolg haben, einen Diffusionsstrom zwischen der umgebenden Lymphe und dem Axencylinder zu gestatten, während an den meisten anderen Stellen die Markscheide diesem Diffusionsstrom ein Hinderniss entgegenstellt. Ob die Markscheide nicht ihrerseits eine Bezugsquelle von Stoffen für die Ernährung des Axencylinders bildet, bleibt dahingestellt.

Die zweite Form von Einkerbungen betrifft die Markscheide allein (Fig. 200 B bei i, i). Sie ist zuerst von Stilling gesehen, erst in der neueren Zeit jedoch als normales Vorkommniss genauer ins Auge gefasst worden. Diese Form, welche man als Lantermann'sche Einkerbungen bezeichnet, ist dadurch ausgezeichnet, dass die Markscheide innerhalb des zwischen zwei Schnürringen gelegenen Stückes der Nervenfaser durch feine trichterförmige Einschnitte in eine Reihe von Marksegmenten zerfällt. Die Einschnitte dringen bald in der Richtung nach dem centralen, bald nach dem peripheren Ende vor; die Schnittflächen sind sich also

theils einander parallel, theils schneiden sie sich in ihrer Verlängerung. An der einen Faser sind sie häufiger, an der andern minder häufig, und zwar schon an der frischen Faser erkennbar. Zwischen den aneinanderstossenden Flächen der Marksegmente ist, wie die Behandlung mit Silbernitrat ergibt, eine dünne Schicht vorhanden, die vielleicht den Kittsubstanzen verwandt ist (Leo Gerlach). Je nach der Richtung der begrenzenden Schnittflächen ist die Form der einzelnen Marksegmente eine verschiedene, und lassen sich in Fig. 200 leicht die verschiedenen Formen erkennen.

b) Markhaltige Nervenfasern ohne Schwann'sche Scheide. Sie bilden in gewaltigen Massen die weisse Substanz der Centralorgane und kommen ebenso im N. opticus vor. Dieser letztere erscheint überhaupt nicht als eigentlicher peripherer Nerv, sondern als eine Commissur zwischen zwei Hirntheilen. Das Fehlen der Schwann'schen Scheide bedingt, dass die Bildung von Myelintropfen an diesen Fasern viel leichter eintritt, als bei den mit ihr versehenen. An Stelle der Schwann'schen Scheide tritt bei den Nervenfasern der Centralorgane eine später zu betrachtende Stützsubstanz, die Neuroglia, auf.

3) **Die marklosen Nervenfasern.** Sie entbehren des Nervenmarkes vollständig und bestehen entweder aus einem nackten Axencylinder oder aus diesem nebst umhüllender Schwann'scher Scheide.

a) Marklose Nervenfasern mit Schwann'scher Scheide (Fig. 201). Man nennt sie auch graue, gelatinöse oder Remak'sche Fasern. Sie haben ihr

Fig. 201.

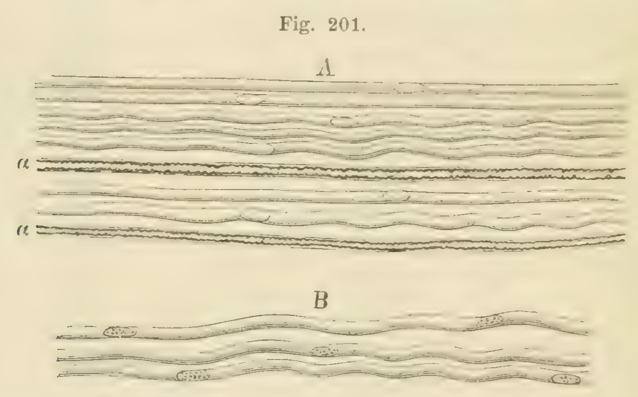


Fig. 201. Marklose Nervenfasern (nach M. Schultze).
In A sind zwei markhaltige Fasern a, a, beigemischt. A, aus dem zum Jacobson'schen Organe gehörenden Nerven des Schafes; B, aus dem Sympathicus des Ochsen.

Hauptgebiet im Sympathicus; aber auch die Fila olfactoria bestehen aus marklosen Fasern mit Schwann'scher Scheide. Den zahlreichen markhaltigen Fasern der cerebrospinalen Nerven sind immer auch graue beigemischt, die ihre Quelle im Sympathicus haben. Diese marklosen Fasern bestehen aus einem Axencylinder, der meist deutlich aus einem Fibrillenbündel besteht, und einer mit zahlreichen ovalen Kernen versehenen Schwann'schen Scheide. Die Zahl der Primitivfibrillen der einzelnen Nervenfasern ist eine sehr verschiedene; theils wird ein kleines Bündel derselben in eine Schwann'sche Scheide eingeschlossen, theils gibt es riesenhafte Bündel, die von einer zarten Scheide umschlossen sind (Olfactorius). Marklose Fasern mit Schwann'scher Scheide sind jene Strecken der

markhaltigen Fasern mit Schwann'scher Scheide, in welchen das Mark fehlt, so am peripheren Ende dieser Nerven, so am Anfangsstücke von Spinalganglienfasern.

b) Marklose Fasern ohne Schwann'sche Scheide. Verlieren die marklosen oder marklos gewordenen Fasern in der Peripherie ihre Schwann'sche Scheide, so haben wir eine neue Form von Nervenfasern vor uns, die nackten Axencylinder oder Fibrillenbündel. So ähnelt das periphere Ende wieder dem Ursprungsstück der markhaltigen Nervenfasern im Gehirn und Rückenmark, insofern auch dieses marklos und ohne Schwann'sche Scheide ist. Marklose Nervenfibrillen ohne Schwann'sche Scheide, von kürzerem oder längerem Verlaufe, kommen in überaus bedeutender Menge den Centralorganen zu, wie sich aus dem über die Nervenzellen Gesagten ohne Weiteres ergibt. Die marklosen nackten Fibrillen, seien es terminale Fibrillen der Peripherie, oder centrale Fibrillen, die aus der Theilung der verästelten Zellfortsätze hervorgehen, haben die Neigung, tropfenartige Gerinnungen einzugehen, wenn sie den normalen Bedingungen entzogen oder mit verschiedenartigen Flüssigkeiten behandelt werden. Diese Gerinnungen prägen sich aus als kleine Varicositäten, welche von Strecke zu Strecke an der Fibrille aufeinanderfolgen. Ein hübsches Beispiel gibt beistehende Figur 202, die ein Fibrillenbündel vom Olfactorius des Hechtes darstellt.

Fig. 202.



Fig. 202. Nervenfibrillenbündel aus der Nasengrube des Hechtes, in feinste varicöse Fibrillen sich auflösend. (Nach M. Schultze.)

Die Dicke der Nervenfasern.

Das Kaliber der Nervenfibrillen, mögen sie terminal oder central gelegener Art sein, ist ein ziemlich gleiches und zeigt nur geringe Schwankungen. Anders verhält es sich mit den Axencylindern, welche sehr verschiedene Dicken besitzen. Dasselbe gilt von den Dicken der Nervenfasern im Ganzen. Dickere Nervenfasern besitzen im Allgemeinen auch dickere Axencylinder, wenn auch nicht immer ein vollständig proportionales Verhältniss vorhanden ist. Ueber die Dicken der Nervenfasern sind bereits oben Angaben gemacht worden. Selbst die Durchmesser der markhaltigen Nervenfasern, seien centrale oder periphere Nervenfasern ins Auge gefasst, zeigen hiernach sehr bedeutende Unterschiede. Betrachtet man den Querschnitt eines peripheren Nerven oder des Rückenmarkes, so ist man erstaunt, unmittelbar neben Fasern von 2 μ Stärke solche von 16 μ zu finden. Dazwischen können alle Uebergänge vorkommen. In anderen Fällen liegen grössere oder kleinere Gruppen starker oder feiner oder mittelstarker Fasern nebeneinander geschaart. Was bedeutet das so sehr verschiedene Kaliber der Nervenfasern; was bedeutet die Mischung verschieden starker Elemente einerseits, andererseits die gruppenweise Anordnung gleich starker? Eine sichere Antwort hierauf zu geben ist zur Zeit noch schwer.

Zahlreiche Messungen von Schwalbe an Nerven des Frosches und des Menschen haben bis jetzt ergeben, dass ein bestimmtes Merkmal sensibler oder motorischer Fasern im Kaliber nicht vorhanden ist Sowohl in sensiblen als in motorischen Wurzeln sind alle Faserdicken vertreten, nur sind bei den motorischen die Differenzen zwischen Maximum und Minimum etwas geringer, indem die minimalen Kaliber im Allgemeinen in den motorischen Wurzeln nicht so gering sind, wie in den sensiblen. Die grössten Maxima der Faserdicken zeigen die Wurzeln derjenigen Spinalnerven, die zu den Extremitäten gehen, besonders diejenigen der hinteren, längeren Extremität. Längere Nervenfasern besitzen im Allgemeinen in der That ein dickeres Kaliber, so besonders bei sensiblen Fasern. Bei motorischen Fasern dagegen findet kein einfaches proportionales Verhältniss statt, indem ein störender Factor vorhanden ist, welcher auf die Armnerven stärker wirkt als auf den Ischiadicus, und in noch höherem Grade Abweichungen bei Hirnnerven hervorruft. Ob die Innervation vom Gehirn aus, oder ein häufigerer Gebrauch hiebei eine Rolle spielt, bleibt unentschieden.

Theilungen von Nervenfasern.

Theilungen von Nervenfasern sind vielfach beobachtet worden. Seltener finden Theilungen im Innern der Nervenstämme statt: in der Peripherie dagegen, vor der Endigung der Nervenfasern, gehören Theilungen zu den häufigsten Erscheinungen. Besonders ausgezeichnet sind in dieser Beziehung die Muskelnerven, welche vor ihrer Endigung wiederholte Theilungen eingehen. An der Theilungsstelle befindet sich stets ein Ranvier'scher Schnürring. Ausführlicheres über terminale Theilungen s. bei den betreffenden Organen.

Verbindungen der Nervenfasern.

Den Theilungen der Nervenfasern stehen die Verbindungen derselben gegenüber. Verbindungen von Primitivfibrillen, welche aus der Theilung der verästelten Fortsätze von Nervenzellen hervorgegangen waren, begegneten wir bereits oben und werden die mehrfachen Formen des Zusammentretens centraler Fibrillen in der Folge noch genauer kennen lernen. Ebenso verhält es sich mit gleichfalls vorkommenden Verbindungen terminaler Fibrillen und Fibrillenbündel im peripheren Verbreitungsbezirk der Nerven.

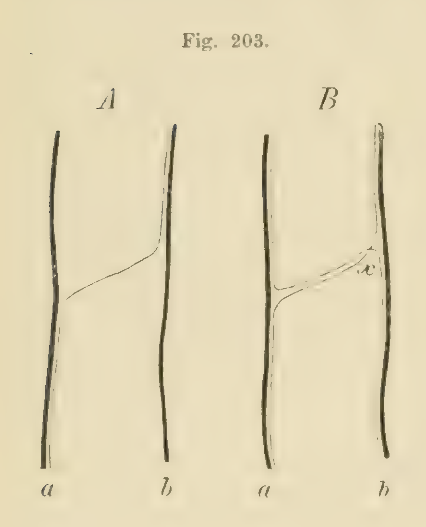
Während die Nervenfasern in dem ganzen Zwischengebiet zwischen ihrem Ursprung und Ende nur selten Theilungen eingehen, verhält es sich nicht so bezüglich der Verbindungen. Die einzeln entsprungenen Nervenfasern legen sich vielmehr alsbald nach ihrem Ursprung in überaus verbreiteter Weise zu kleineren, diese wieder zu grösseren Bündeln zusammen und so kommen schliesslich die gewaltigen Lager von weisser Substanz zu Stande, welchen wir in den Centralorganen und in den peripheren Nerven begegnen. Sind nun aber einmal Bündel zusammengetreten, so ist es merkwürdig genug, dass diese, mögen sie einen mehr geradlinigen oder gebogenen Verlauf einschlagen, wie von einer Art Unruhe ergriffen, nicht in der einmal gegebenen Anordnung verharren, sondern Theilungen und Wiederverbindungen eingehen. Innerhalb der centralen wie der peripheren Fasermassen treten beständig Gruppen von Nervenfasern aus einem

gemeinsamen Bündel spitzwinkelig, d. h. in einer von der parallelen Bahn nur wenig abweichenden Richtung aus, und treten zu einer anderen Gruppe ebenfalls in spitzwinkeligem Verlauf über. Derselbe Vorgang vollzieht sich bei Bündeln, die einen grösseren Strang zusammensetzen, unaufhörlich und unzählige Mal, ohne dass hiedurch die schliessliche Ordnung eine Störung erfahren würde. So findet kein geradliniger oder einfach gebogener, sondern ein wellenförmiger Verlauf der Bündel und ihrer Nervenfasern statt. Man nennt diese Form der Verbindung, welche mit ebenso vielfältigen Theilungen zusammenhängt, Geflechtbildung, und das Erzeugniss ein Geflecht, Plexus. In den beiden betrachteten Fällen war diese Plexusbildung eine innere, im Stamme eines Nerven, in einem Strang des Rückenmarkes ablaufende. Aber es kommen auch unzählige Plexus im peripherischen Gebiet vor, welche als äussere bezeichnet werden müssen. Die äusseren Plexus können dreierlei Art sein, Wurzelplexus, Stammplexus und Endplexus. Die Wurzelplexus werden hervorgebracht durch zahlreiche Verbindungen von Aesten insbesondere der vorderen, theilweise auch der hinteren Spinalnerven. Die Stammplexus finden sich im Verlauf der Nerven vor ihrer Endausbreitung; solche Stammplexus entwickelt z. B. der N. facialis während der Ausbreitung seiner Aeste über die Muskeln des Gesichtes; oder der N. vagus während seines Verlaufs an der Speiseröhre. Von grösster Verbreitung sind die Endplexus, deren wieder nähere und entferntere Formen unterschieden werden können, wie sich aus späteren Betrachtungen ergeben wird. Alle die genannten Plexus gehören dem cerebrospinalen Nervensysteme an. Wenn aber schon hier die Plexusbildung ein sehr häufiges Vorkommniss bildet, so sind die Plexusbildungen im sympathischen Nervensystem so ausserordentlich verbreitet, wie man es sich von vornherein vorzustellen gar nicht im Stande ist. Ueber die morphologische und physiologische Bedeutung der Plexusbildung ist das letzte Wort noch nicht gesprochen. Nur so viel möge an dieser Stelle hervorgehoben werden, dass Plexusbildungen theils Schutzeinrichtungen darstellen, insofern ein bestimmtes Gebiet von verschiedenen Seiten her mit Nervenfasern versorgt wird; theils eine stärkere Befestigung des Endgebietes an die Peripherie im Gefolge haben; theils die Möglichkeit gewähren, dass von verschiedenen centralen Herden aus ein bestimmtes Gebiet ausgestattet werden kann. Viele und gerade die wichtigsten Formen der Plexus erklären sich, wie in der Folge deutlich werden wird, einfach aus dem Umstande, dass die peripheren Nerven und insbesondere die dorsalen Wurzeln nichts weniger als streng segmental entspringen, sondern in der weissen Substanz des Rückenmarkes theilweise auf- und absteigende Richtungen einschlagen, um in höhere oder tiefere Theile der grauen Substanz einzutreten. Wenn nun schon im Ursprungsgebiet der Nerven eine Ueberschreitung der Segmentgrenzen nach beiden Richtungen stattfindet, so wird man eine solche bei der peripheren Verbreitung ganz entsprechend und erklärlich finden müssen. Es findet eine periphere Analogie statt. Hiezu kommt, dass die Nervenwurzeln intervertebral austreten, wodurch ein Einfluss auf das Zusammentreten der benachbarten, ebenfalls intervertebral verlaufenden Nerven ausgeübt wird. Für die Plexusbildung der Extremitätennerven kommt ferner in Betracht, dass die Extremitäten aus vielen Folgestücken zusammengedrängte Gebilde darstellen; dass damit auch eine Zusammendrängung der Nerven Hand in Hand geht, kann nicht Wunder nehmen.

Die Plexus stellen nun aber bereits complicirte Verbindungen dar. Absichtlich betrachten wir die einfacheren Verbindungen erst jetzt, da der Weg von den centralen Verbindungen aus genommen worden ist.

Die einfache periphere Verbindung besteht darin, dass ein peripherer Nerv, sei er stark oder sei er ein dünner Faden, mit einem anderen peripheren Nerven in Verbindung tritt, um bei ihm zu verbleiben oder sich wieder von ihm zu trennen. Diese Verbindungen werden mit einem von den Verhältnissen bei den Gefässen abgeleiteten und dort geeigneten Ausdruck gewöhnlich Anastomosen genannt. Zweckmässiger ist die hiefür in Vorschlag gekommene Bezeichnung Conjugationen. Denn in der That legen sich höchstens die Fasern der miteinander sich verbindenden beiden Nerven aneinander, ohne dass die Axencylinder, Markscheiden oder Schwann'schen Scheiden irgend in einander übergehen. Häufig ist es nur eine Anlagerung des einen Nerven an den anderen Nerven, die durch Bindegewebe zu einer Vereinigung gemacht wird; oder eine gemeinsame epineurale Hülle (s. hierüber unten) nimmt die einzelnen Bündel auf; oder endlich die Nervenfasern der beiden Nerven legen sich nebeneinander. Dabei können mehrere Besonderheiten stattfinden (Fig. 203, A u. B):

Fig. 203.



1) Der Verbindungszweig führt Fasern des einen Nerven in die Bahn des andern Nerven über (A). Diese Fasern können in diesem Nerven central- oder peripheriewärts ziehen, oder nach beiden Richtungen. Man nennt diese Form *Conjugatio simplex*.

2) Der Verbindungszweig führt Fasern beider Nerven. So entsteht die *Conjugatio mutua* (Fig 203 B). Die Anordnung der Fasern kann dabei wieder eine verschiedene sein, da der Weg bald ein centraler, bald ein peripherer, bald nach beiden Richtungen verlaufender sein wird. Natürlicherweise müssen dann an irgend einer Stelle Kreuzungen (*decussationes*) vorkommen (bei x Fig. 203 B). Solche Decussationen kommen nicht allein im peripheren Nervensystem vielfach vor, sondern sie sind im centralen Nervensystem überaus verbreitet. Dies gilt besonders von denjenigen Decussationen der Centralorgane, welche zwischen Fasern beider Körperhälften stattfinden. Durch diese merkwürdigen Decussationen wird, wie durch reine Commissuren, welche symmetrische Stellen beider Hälften des Nervensystems miteinander in Verbindung setzen, die Verwandtschaft und die Zugehörigkeit der einen Körperhälfte zur andern deutlich bekundet und thatsächlich ausgedrückt.

An einer Conjugation können Zweige sensibler oder motorischer oder gemischter Nerven sich betheiligen und das Bild der Conjugation dadurch compliciren.

Physiologische Eintheilung der Nerven.

Die Nervenfasern sind nur leitende Organe, dazu geeignet, einerseits Erregungen, welche ein peripheres Nervenfaserende, einen terminalen Apparat treffen, andererseits Erregungen, welche von den Centralorganen ausgehen, nach dem entgegengesetzten Ende mit grosser, aber verhältnissmässig zu der Fortpflanzungsgeschwindigkeit mancher Bewegungen in der anorganischen Natur sehr mässiger Geschwindigkeit zu übertragen. Eine grosse Anzahl von Nervenfasern endigt in der Haut und den übrigen Sinnesorganen; eine grosse Anzahl von sensiblen Fasern endigt ferner im Innern des Körpers. Grosse Mengen von Nervenfasern endigen in den Muskeln, sowohl in den quergestreiften als in den glatten und ebendamit auch in den Gefässen; man nennt diese Fasern motorische und die Nerven, die sie führen, motorische Nerven. Andere endigen in Drüsen und stehen mit deren Thätigkeit in Zusammenhang. Fasern und Nerven, deren Aufgabe es ist, periphere Erregung zum Centrum zu leiten, heissen centripetale; Fasern und Nerven, deren Aufgabe darin besteht, Erregungen des Centrums nach aussen zu übertragen, heissen centrifugale. Wird eine centrifugale Erregung durch einen die Peripherie treffenden Reiz vermittelt, so nennt man diesen Vorgang eine Reflexerregung. Durch Millionen von Leitungsapparaten steht hiernach der gesammte Körper in Verbindung mit dem Nervencentrum. Hierdurch wird es möglich gemacht, dass die gesammte Organisation des Körpers, so vielfach gegliedert und verschiedenartig in ihren einzelnen Theilen sie ist, zu einem harmonischen Ganzen verbunden erscheint.

Nerven, deren Reizung Empfindung hervorruft, nennen wir, wie gesagt, sensible oder Empfindungsnerven; solche, deren Erregung eine Bewegung hervorruft, Bewegungs- oder motorische Nerven. Hieraus darf man aber nicht schliessen, die beiden Faserqualitäten selbst seien wesentlich verschieden; verschieden sind nur die terminalen und centralen Apparate für beide Faserklassen; letztere selbst dienen nur der Leitung und sind wesentlich einander gleich.

Halten wir indessen die verschiedenen physiologischen Qualitäten der Nerven sämmtlich auseinander, so ist hierüber das Folgende zu bemerken. Schon die motorischen Fasern zerfallen in Unterabtheilungen. Es gibt motorische Nerven für die quergestreifte und für die glatte Muskulatur; weder jene noch diese Gruppe ist aber bereits eine einheitliche, wie sich aus Späterem ergeben wird. Hier ist nur zu bemerken, dass die Nerven der glatten Muskulatur eine besondere und wichtige Unterabtheilung erkennen lassen in den Nerven der Gefässe; man nennt letztere Gefässnerven, vasomotorische Nerven. Es gibt motorische Nerven, deren Reizung nicht eine Contraction, sondern eine Verlangsamung und selbst einen Stillstand der Bewegung hervorzurufen vermag. So verhält es sich mit gewissen Nerven, welche in der Bahn des N. vagus verlaufen. Man nennt solche Nerven Hemmungsnerven. Es gibt ferner centrifugale Nerven, die zu den Drüsen gelangen; man nennt sie secretorische Nerven. Mehrfach wird noch eine besondere Klasse von Nerven erwähnt, man nennt diese die trophischen Nerven und glaubt von ihnen annehmen zu müssen, dass sie auf die Ernährung der Gewebe von einem bestimmten Einfluss seien; ihr Vorhandensein ist zweifelhaft, da es sich vielleicht bei ihnen um vasomotorische Nerven handelt. Was die sensiblen Nerven betrifft,

so unterscheidet man sensorielle und einfach sensible Nerven. Jene sind mit specifischen Sinnesorganen, dem Auge, dem Gehörlabyrinth u. s. w. verbunden: den anderen fehlt die Verbindung mit einem specifischen Sinnesorgan, so verschiedenartig an sich die einzelnen Empfindungen auch sein können.

Wenn man nun an die Verbreitung dieser Fasermassen im Körper denkt, so hat ein Jeder auch ohne weitere Kenntniss schon von vornherein die Empfindung, diese Verbreitung könne keine willkürliche, ungeordnete sein, sondern sie müsse jedenfalls eine gesetzliche, geordnete sein. Weder der Verlauf der peripheren Fasermassen zum Centrum ist ein ungeordneter, noch der Verlauf der Fasermassen im Centralorgan selbst. Hier wie dort herrscht vielmehr eine naturgemässe Gesetzlichkeit. Sowohl die motorischen, wie die sensiblen und übrigen Nervenfaserarten entspringen in bestimmten Gebieten und verfolgen bestimmte Bahnen. Für die beiden ersteren gab den experimentellen Nachweis, dass in den vorderen (ventralen) Wurzeln des Rückenmarkes motorische, in den hinteren (dorsalen) Wurzeln sensible Fasern enthalten sind, Ch. Bell. Man bezeichnet diese Thatsache darum gewöhnlich als das Bell'sche Gesetz. Das Bell'sche Gesetz hat in der Folge dadurch eine Ergänzung erfahren, dass man gegenwärtig weiss, es seien nicht blos motorische und sensible, sondern alle die oben aufgezählten physiologischen Arten von Nervenfasern vorhanden. Sie alle haben ihr letztes Centrum in dem Rückenmark und Gehirn; sie sind alle auch in den Nervenwurzeln vertreten, da ihnen andere Wege zur Peripherie fehlen.

Nach einer neueren Theorie bedarf das Bell'sche Gesetz noch einer tiefer greifenden Abänderung. Die dorsalen Wurzeln sind nach Van Wijhe's Untersuchungen am Selachierkopf nicht nur sensitiv, sondern innerviren auch die aus den embryonalen Seitenplatten entstehenden Muskeln. Die ventralen Wurzeln sind motorisch, innerviren aber nur die aus den Urwirbeln hervorgehenden Muskeln, nicht diejenigen der Seitenplatten. Dasselbe Verhalten ist auch für den Rumpf wahrscheinlich, und so würden die vegetativen Muskeln des Verdauungsapparates von den dorsalen Wurzeln aus innervirt werden. Es ist der physiologischen Forschung zu überlassen, zu dieser Frage eingehender Stellung zu nehmen.

Die vom Rückenmark ausgehenden vorderen und hinteren Wurzeln legen sich nach kurzem Verlauf neben einander, tauschen Faserbündel aus und werden so zu gemischten Nerven.

Unter den Hirnnerven aber gibt es rein motorische, rein sensible und gemischte Nerven.

II. Das Rückenmark (Medulla spinalis).

A. Gestalt, Lage, Grösse und Gewicht.

Das Rückenmark (Fig. 204) ist ein annähernd cylindrischer, von einem Kanale durchzogener, in dorsoventraler Richtung und besonders an seiner Vorderfläche abgeplatteter Körper, welcher von häutigen Hüllen umgeben im Wirbelkanale liegt. Dem Scheine nach verhält sich das Rückenmark zur Wirbelsäule, wie das Mark zu den Röhrenknochen: daher von Alters her der Name. Es nimmt den Wirbelkanal weder in dessen ganzer Länge noch im ganzen Querschnitt ein, vielmehr bleiben ansehnliche Räume frei zur Aufnahme verschiedener anderer, alsbald zu betrachtender Gebilde; vom gesammten Inhalt ist jedoch das Rückenmark der hervorragendste und am frühesten vorhandene Theil, und der Wirbelkanal vor Allem zu seiner Aufnahme bestimmt. Die Krümmungen und die mit den Bewegungen des Rumpfes zusammenhängenden Biegungen der Wirbelsäule werden bis zu einem gewissen Grade von dem Rückenmarke wiederholt und mitgemacht.

Fig. 204.

Fig. 204. Vordere und hintere Ansicht der Medulla oblongata und des Rückenmarks $^1/_2$.

A, vordere, B, hintere Ansicht des Rückenmarks. Bei x ist in A und B das Filum terminale abgeschnitten und in B' besonders dargestellt. 1, Pyramiden der Medulla oblongata; 1' ihre Kreuzung. 2, Oliven. 3, Seitenstränge der Medulla oblongata. 4, Rautengrube; 4' Calamus scriptorius. 5, funiculi graciles. 6, funiculi cuneati. 7, fissura longitudinalis anterior 8, sulcus lateralis anterior. 9, sulcus longitudinalis posterior. 10, sulcus lateralis posterior. C, Halsanschwellung. L, Lendenanschwellung.

Das Rückenmark ist nicht an allen Stellen von gleicher Breite und Dicke. Vielmehr nehmen wir an ihm zunächst zwei ansehnliche, langgestreckte, spindelförmige Anschwellungen wahr, eine obere, Intumescentia cervicalis, und eine untere, Intumescentia lumbalis. Beide Anschwellungen entsprechen dem Ursprungsgebiet der mächtigen Extremitätennerven. An beiden Anschwellungen kommt die Zunahme vorzugsweise auf Rechnung des queren Durchmessers. Zwischen beiden Anschwellungen, im oberen Theil der Brustwirbelsäule, beträgt der quere Durchmesser des Rückenmarkes 10, der sagittale 8 mm. Im breitesten Theil der

Halsanschwellung dagegen ist der quere Durchmesser 13 bis 14, im breitesten Theil der Lendenanschwellung 12 mm, während der sagittale Durchmesser kaum um 1 mm steigt.

Die Abhängigkeit der Anschwellungen von der Mächtigkeit der Gliedmassen ergibt sich einmal aus dem Umstande, dass Verluste der Gliedmassen bei wachsenden Individuen zu mangelhafter Ausbildung der Anschwellungen führen; sodann aus vergleichend anatomischen Thatsachen. Bei Fischen, welchen Gliedmassen fehlen oder verhältnissmässig schwache Gliedmassen zukommen, durchzieht das Rückenmark in gleichmässiger Stärke den Wirbelkanal, um im Caudaltheil allmählich sich zu verjüngen. Einen starken Gegensatz hiezu bietet das Rückenmark der Vögel und Schildkröten, welche sehr ansehnliche Anschwellungen besitzen.

Die Halsanschwellung beginnt in der Nähe des oberen Endes des Rückenmarks und erreicht ihre grösste Breite in der Höhe des fünften bis sechsten Halswirbels, um von da an abzunehmen und am zweiten Brustwirbel zu endigen. Die Lendenanschwellung beginnt in der Gegend des zehnten Brustwirbels, erreicht am zwölften Brustwirbel ihr Maximum und geht darauf in ein kegelförmiges Stück, den Conus medullaris über, dessen Spitze, auf einen Durchmesser von 2 mm zurückgebracht, sich in den langen Endfaden des Rückenmarks, das Filum terminale fortsetzt.

Die Spitze des Conus medullaris, die bei Längenmessungen allgemein als unteres Ende des Rückenmarkes angenommen wird, liegt mit geringen Schwankungen in der Gegend des unteren Randes des ersten Lendenwirbels. So insbesondere beim Manne. Beim Weibe liegt die Spitze des Conus in der Regel etwas tiefer und erstreckt sich bis zur Mitte des zweiten Lendenwirbels. Tiefer noch liegt sie beim Neugebornen und reicht bis zum unteren Rande des zweiten oder dritten Lendenwirbels. Das Weib ist hiernach in diesem, wie in manchen andern Dingen, dem kindlichen Verhalten ähnlicher geblieben.

Das Filum terminale zerfällt in zwei Abschnitte, in ein Filum terminale internum und externum. Jenes liegt innerhalb, dieses ausserhalb des Sackes der Dura mater. Das Filum terminale internum durchzieht in einer Länge von 16 cm, zwischen den langen Wurzeln der Lumbal- und Sacralnerven in der Medianebene gelegen, das untere Endstück des Duralsackes und erreicht mit diesem die Gegend des zweiten Kreuzwirbels. Das Filum terminale externum, kaum halb so lang, wird von einer Fortsetzung der Dura mater eng umschlossen und endigt unter spatelförmiger Verbreiterung derselben in der Höhe des zweiten Steisswirbels, indem es in das hintere Periost des Steissbeins übergeht.

Oberhalb der Halsanschwellung, zwischen dieser und dem verlängerten Mark, beträgt der quere Durchmesser des Rückenmarkes 11 bis 12 mm.

Als oberes Ende des Rückenmarkes ist diejenige Stelle zu bezeichnen, welche durch den Austritt des ersten Halsnervenpaares gekennzeichnet wird. Zur Bestimmung der oberen Grenze des Rückenmarkes kann man auch den Beginn der Pyramidenkreuzung benutzen. Beide Grenzbestimmungen fallen nicht vollständig miteinander zusammen, wie sich später zeigen wird. Was die Beziehung zur Wirbelsäule betrifft, so entspricht das obere Ende des Rückenmarks dem oberen Rand des Atlas.

Die Länge des Rückenmarks des erwachsenen Mannes, vom oberen Ende bis zur Spitze des Conus medullaris gemessen, beträgt im Mittel 45, die des weiblichen Rückenmarks 41—42 cm. Mit Rücksicht auf die aus ihm hervorgehenden Nerven zerlegt man das ganze Organ in mehrere grössere Abschnitte und unterscheidet eine Pars cervicalis, die den Halsnerven, eine Pars dorsalis, die den Brustnerven, eine Pars lumbalis, die den Lendennerven, und eine Pars sacralis, die den Kreuz-Steissnerven entspricht. Jede dieser einzelnen Abtheilungen ist ferner in so viele Folgestücke zu gliedern, als die Abtheilung Nervenpaare enthält. Hiernach besteht das Rückenmark aus einer grossen Anzahl von Folgestücken, Marksegmenten, deren mindestens 31 gezählt werden; sie hängen indessen innig miteinander zusammen.

Mit Rücksicht auf die Wirbelsäule theilt man das Rückenmark einfach in einen Cervical-, Dorsal- und Lumbaltheil ein.

Das Gewicht des Rückenmarks beträgt 34—38 Gramm; es verhält sich zum Hirngewicht etwa wie 1 : 48 [Arnold]. Das specifische Gewicht ist 1,0343, das Volumen 33 kcm. Das Rückenmark ist in der Weise im Wirbelkanal und zunächst im Duralsack aufgehängt, dass es sich nicht selbst zu tragen braucht, sondern von einer ansehnlichen Menge umgebender Flüssigkeit getragen wird, die fast das gleiche specifische Gewicht besitzt und es allseitig umgibt: dies ist der Liquor subarachnoidalis. Hiezu kommen noch besondere Befestigungsmittel, wie insbesondere die Nervenwurzeln und später zu betrachtende Bänder (s. Hüllen des Rückenmarks).

Die Festigkeit der Rückenmarks-Substanz ist nicht bedeutend; immerhin kommt dem frischen Mark eine unerwartete Zähigkeit und Elasticität zu. In späterer Zeit verliert sich dieselbe mehr und mehr, und es tritt mit beginnender Zersetzung Weichheit und Zerfliesslichkeit an deren Stelle.

B. Rückenmark und Wirbelkanal.

Es wurde bereits erwähnt, dass das Rückenmark in seiner Längsausdehnung keiner geraden Linie folgt, sondern die Krümmungen der Wirbelsäule, zunächst des Wirbelkanales, nachahmt. Man könnte glauben, diese Krümmungen seien dem Rückenmark von Seiten der Wirbelsäule aufgenöthigt worden. Indessen ist hervorzuheben, dass das Rückenmark schon in so frühen Entwickelungsstufen Krümmungen besitzt, in welchen eine Wirbelsäule noch gänzlich fehlt. Das Verhältniss ist also umgekehrt und entwickelt sich die Wirbelsäule in Anpassung an ihre Umgebung, zum Theil in Anpassung an das Rückenmark. Wird ein Rückenmark aus dem Wirbelkanale genommen und auf eine ebene Fläche ausgebreitet, so gleichen sich die vorhandenen Krümmungen aus und werden nicht wahrgenommen. Wird dagegen dasselbe Rückenmark in ein hohes cylindrisches Gefäss gehängt, welches mit einer geeigneten Flüssigkeit gefüllt ist, so treten die natürlichen Krümmungen wieder hervor [Flesch]. Solcher sind vom oberen Ende des Markes bis zur Spitze des Conus insbesondere zwei zu zählen, eine Hals- und eine Brustkrümmung. An der Uebergangsstelle der einen in die andere, die bei Säugethieren dem siebenten Halswirbel entspricht, befindet sich eine starke, ventralwärts convexe Ausbiegung (untere Halskrümmung). Oberhalb der letzteren zeigt das Halsmark eine sanfte Krümmung mit hinterer Con-

vexität, in Bezug auf welche für den Menschen weitere Untersuchungen anzustellen sind. Das letztere gilt auch von jenen Biegungen, welche durch Biegungen des Rumpfes hervorgerufen werden.

Das Rückenmark füllt, wie gesagt, den Wirbelkanal nicht aus. Ausser den drei umhüllenden Häuten, der Dura, Arachnoides und Pia gehören zu den ausfüllenden Mitteln einmal jene Flüssigkeit, die in dem grossen Subarachnoidalraum enthalten und als Lymphe zu deuten ist; ferner die Nervenwurzeln. Letztere haben, soweit sie den unteren Spinalnerven angehören, einen steil nach abwärts gerichteten Verlauf, der dem Conus medullaris und Filum terminale internum parallel ist. So ergibt sich für die im unteren Abschnitt des Duralsackes enthaltene Gruppe paralleler Nervenwurzeln in Verbindung mit dem Conus und Filum internum eine gewisse Aehnlichkeit mit einem Pferdeschweif; daher der Name Cauda equina für das ganze Bündel.

C. Furchen und Stränge (Fig. 204, 205)

Besichtigen wir das von allen Hüllen befreite Rückenmark, so nehmen wir an demselben mehrere Längsfurchen wahr, zwei unpaare, median gelegene, und vier paarige, die verschieden tief in den Markmantel eindringen und sich auch sonst in besonderer Weise verhalten.

Fig. 205.

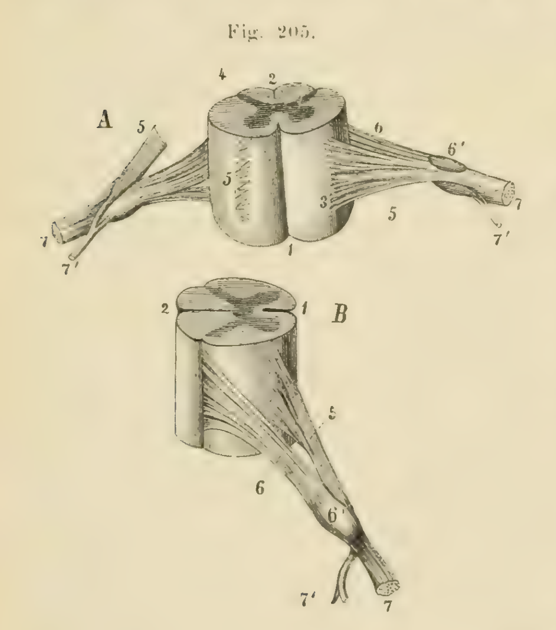


Fig. 205. Stücke von dem Halstheile des Rückenmarkes mit den austretenden Nervenwurzeln. $^2/_1$.

A, Rückenmark von vorn; auf der rechten Seite sind die vorderen Nervenwurzeln durchschnitten. B, Rückenmark von der Seite gesehen. — 1, vordere Längsspalte. 2, hintere Längsspalte. 3, sogenannte vordere Seitenfurche, aus welcher die vorderen Nervenwurzeln hervorkommen. 4, hintere Seitenfurche mit dem Ursprunge der hinteren Rückenmarkswurzeln. 5, vordere, an dem Ganglion vorüberziehende Wurzeln; in A rechterseits abgeschnitten. 6, hintere in das Spinalganglion 6' eindringende Nervenwurzeln. 7, Rückenmarksnerv, der sogleich nach seiner Bildung den hinteren Ast 7' abgibt.

Die **vordere Längsspalte** (Fissura longitudinalis anterior s. mediana anterior) dringt in der vorderen Mittellinie etwa bis zu einem Dritttheil des sagittalen Durchmessers (2 – 4 mm tief) ein, erweitert sich an ihrem Grunde und birgt einen ansehnlichen Fortsatz der Gefässhaut. Dieser Fortsatz (Septum longitudinale anterius) führt dem Rückenmark zahlreiche und ansehnliche Gefässe zu und kann leicht ohne Verletzung des Markes im Zusammenhang aus letzterem hervorgezogen werden. Am oberen und unteren Ende des Markes wird die Fissur flacher.

Die hintere Medianspalte (Fissura longitudinalis s. mediana posterior) unterscheidet sich von der vorderen theils durch grössere Schmalheit, theils dadurch, dass das eindringende Pialblatt nicht allein schwächer, sondern strecken-

weise selbst unvollständig ist. Das piale Septum wird vervollständigt durch die Rindenschicht des Rückenmarks und auf diese Weise eine Trennung der beiderseitigen Markhälften hervorgebracht. Das hintere Septum dringt tiefer ein (4—6 mm), und erreicht die centrale graue Substanz, während das vordere vor der weissen Commissur Halt macht.

Dadurch, dass die vordere und hintere mediane Fissur und ihre Septa so tief in das Mark einschneiden, dass nur ein schmaler Zwischenraum, eine kurze Brücke von 0,8 — 1 mm Mächtigkeit ihre Enden von einander trennt, wird das Mark in zwei gewöhnlich symmetrische Seitenhälften getheilt, welche eben durch jene Brücke, die Commissura spinalis, miteinander zusammenhängen. Die Commissura spinalis besteht aus einer vorderen weissen Abtheilung (Commissura alba) und einer hinteren grauen Abtheilung (Commissura grisea). Letztere beherbergt den Rest des Hohlraums des embryonalen Medullarrohrs, den Centralkanal (Canalis centralis s. spinalis).

Jede Seitenhälfte des Markes besitzt eine äussere convexe und eine mediale plane Fläche. Beide Flächen stossen vorn in einem abgerundeten, hinten in einem scharfen Rande zusammen. Die mediale Fläche ist durch den Ansatz der Commissur unterbrochen. Die convexe Fläche ist durch den Besitz der erwähnten paarigen Furchen ausgezeichnet.

Jede Seitenhälfte zeigt nämlich eine vordere und hintere Seitenfurche (Sulcus lateralis anterior und posterior), die zum Aus- und Eintritt der vorderen und hinteren Nervenwurzeln bestimmt sind. Der Sulcus lateralis posterior ist mit Ausnahme des Dorsaltheils eine wirkliche Längsfurche; die hinteren Nervenwurzeln treten aus dem Grunde der Furche in Einer Reihe hervor. Der Sulcus lateralis anterior dagegen ist keine eigentliche Furche, sondern wird nach geschehenem Ausreissen der vorderen Nervenwurzeln als ein von zahlreichen feinen Löchern durchsetzter Streifen von etwa 2 mm Breite wahrgenommen. Am unversehrten Mark ist die vordere Seitenfurche nur durch die austretenden vorderen Wurzelbündel angedeutet. Die zu einer motorischen Wurzel gehörigen einzelnen feinen Bündel zeigen dabei noch die Eigenthümlichkeit, dass der Streifen, auf welchem sie austreten, nicht ganz geradlinig verläuft, sondern gegen die vordere Mittellinie leicht convex gebogen ist.

Der Sulcus lateralis anterior und posterior sind von der gleichnamigen Medianfissur im Dorsaltheil des Markes nur etwa 2,5 mm entfernt; an den Anschwellungen steigt diese Entfernung auf 3 — 3,5 mm. Am Conus nähern sich die Seitenfurchen der Mittellinie.

Ausser diesen Seitenfurchen ist noch ein Sulcus intermedius posterior und anterior hervorzuheben; der letztere ist nicht constant, doch unter Umständen leicht als feine, neben der vorderen Medianfissur auftretende Furche mit freiem Auge wahrzunehmen; es wird von ihr noch bei späterer Gelegenheit (Faserverlauf) die Rede sein. Der Sulcus intermedius posterior ist eine besonders im Halstheile deutlich wahrnehmbare Furche, welche sich auf das verlängerte Mark fortsetzt. Sie liegt 1 mm seitlich von der hinteren Medianfissur.

Am unteren Ende des Conus medullaris verschwinden zuerst die Sulci laterales, darauf die Fissurae medianae.

Durch die beschriebenen Furchen wird die weisse Substanz des Rückenmarks in eine Reihe von Strängen zerlegt (Fig. 204, 205). Zwischen der

Fissura mediana anterior und dem Sulcus lateralis anterior (und zwar dem lateralen Rande des motorischen Austrittsfeldes) liegt der Vorderstrang des Rückenmarks (Funiculus anterior). Der Sulcus lateralis anterior und posterior begrenzen den Seitenstrang (Funiculus lateralis), der Sulcus lateralis posterior und die Fissura mediana posterior den Hinterstrang (Funiculus posterior). Vorder- und Seitenstrang sind entsprechend der Eigenthümlichkeit des Austrittsfeldes der motorischen Wurzeln in innigerer Beziehung zu einander, als Seitenstrang und Hinterstrang. Auch die Entwicklungsgeschichte zeigt uns die nahe Zusammengehörigkeit des Vorder- und Seitenstranges; man fasst darum auch beide Stränge mit dem Namen Vorder-Seitenstrang zusammen. Der Hinterstrang wird durch den Sulcus intermedius posterior in einen lateralen und medialen Theil geschieden. Der laterale Theil führt den Namen Burdach'scher Strang oder Keilstrang (Funiculus cuneatus); der mediale Theil heisst Goll'scher Strang oder zarter Strang (Funiculus gracilis). Vom Vorderstrang wird durch den Sulcus intermedius anterior ein mediales Stück abgetrennt, der Vorderstrangtheil der Pyramidenbahn.

Mit dieser Eintheilung des Markmantels in Stränge ist einstweilen nur ein Stückchen Topographie desselben gewonnen. Vor eingehenderer Betrachtung des Markmantels, seiner Herkunft und wechselnden Zusammensetzung in verschiedenen Höhen, ist es erforderlich, die Vertheilung der vom weissen Mark umschlossenen grauen Substanz in das Auge zu fassen.

D. Gestalt der grauen Substanz (Fig. 206).

Von einem Theil der grauen Substanz, die sich im Rückenmark vorfindet, war bereits kurz die Rede; es ist dies das Mittelstück der grauen Substanz, die graue Commissur (Commissura grisea). Diese stellt jedoch nur den geringsten Antheil grauer Substanz dar im Vergleich mit den Massen, die sich in beiden Seitenhälften angehäuft finden. Man nennt sie die Kernstränge oder auch die vorderen und hinteren grauen Stränge, die vorderen und hinteren grauen Säulen.

Die Besonderheiten ihrer Form und Mächtigkeit und deren Verhältniss zum Markmantel werden am besten an Querschnitten erkannt, in die man ein Rückenmark oder verschiedene Theile desselben zerlegt hat. Schon mit freiem Auge, und besser noch mit Vergrösserungen, lässt sich an solchen Querschnitten erkennen, dass die graue Substanz jeder Seitenhälfte des Rückenmarkes aus einer leicht halbmondförmig gebogenen Platte besteht, deren Convexität der Medianebene zugewendet ist. Beide convexen Ränder werden durch die graue Commissur miteinander in Verbindung gesetzt, die den Centralkanal einschliesst. So verhält es sich im weitaus grössten Theil des Rückenmarkes und macht blos der unterste Abschnitt desselben eine Ausnahme. Man kann demnach auch sagen, die graue Substanz eines Rückenmarks-Querschnittes erscheine unter der Form eines **H**. Den vor der Frontalebene der Commissur gelegenen, in die weisse Substanz vorspringenden Theil der grauen Substanz einer Seitenhälfte nennt man das Vorderhorn (*Cornu anterius*). Sein hinterer Theil, die Basis, geht in das Hinterhorn (*Cornu posterius*) über. Letzteres erfährt hinter seinem Ursprung eine Einschnürung, welche Hals des Hinterhorns (*Cervix cornu*

posterioris) genannt wird. Das Hinterhorn schwillt hinter dieser Einschnürung zu einem spindelförmigen Kopf an (Caput cornu posterius) und verjüngt sich endlich zu einer gegen den Sulcus lateralis posterior gerichteten Spitze (Apex cornu posterioris). Die Spitze des Hinterhorns erreicht nahezu die Oberfläche des Markmantels; umgekehrt ist der breite Kopf des Vorderhorns in allen Höhen des Markes von einem mehr oder weniger ansehnlichen Marklager bedeckt.

Fig. 206.

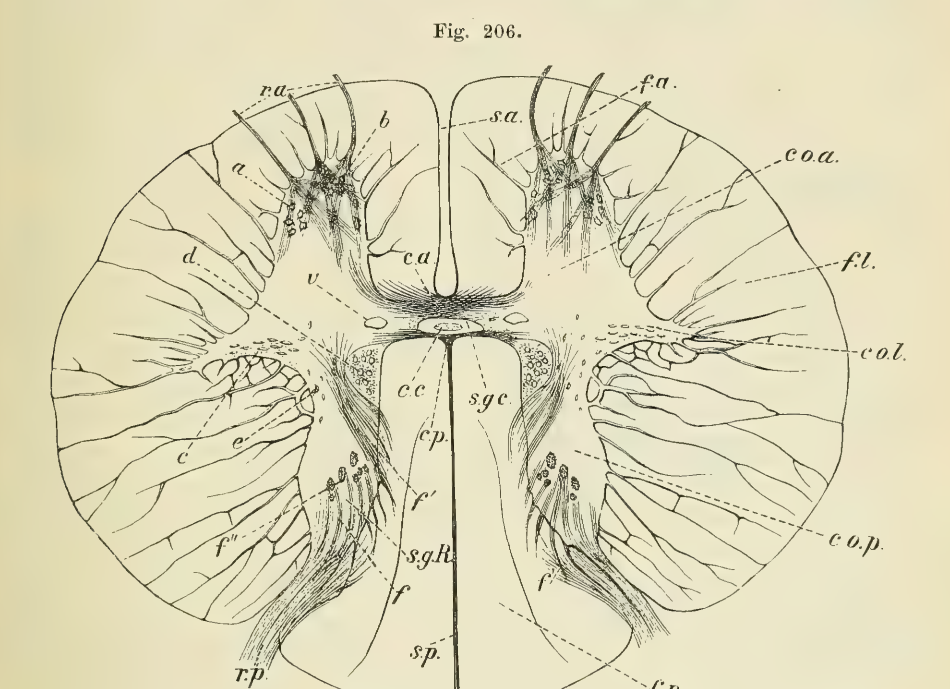


Fig. 206. Querschnitt des Rückenmarks in der Höhe des achten Dorsalnerven. Vergrösserung. $^{10}/_{1}$.

s a., fissura longitudinalis anterior. sp, septum posterius. c.a., vordere Commissur. s.g.c., substantia gelatinosa centralis. c.c., Centralkanal. c.p., hintere Commissur. v, Vene. co.a., Vorderhorn. co.l., Seitenhorn, dahinter der processus reticularis. co.p., Hinterhorn. a, vordere laterale, b, vordere mediale Gruppe der Ganglienzellen. c, Zellen des Seitenhorns. d, Zellen der Clarke'schen Säulen. e, solitäre Zellen des Hinterhorns. r.a., vordere Wurzeln. r.p., hintere Wurzeln. f, deren Hinterhornbündel; f' Hinterstrangbündel; f'' longitudinale Fasern des Hinterhorns, s.g.R., substantia gelatinosa Rolandi. f.a., Vorderstrang. f.l., Seitenstrang. f.p., Hinterstrang.

Von der lateralen Seite der Basis des Vorderhorns ragt noch ein dritter ansehnlicher Vorsprung in den Markmantel hinein, das Seitenhorn (*Cornu laterale*, Tractus intermedio-lateralis). Dasselbe ist im oberen Dorsalmark am deutlichsten erkennbar, nimmt nach hinten bald ab und und verschwindet endlich ganz. Im Halsmark fliesst es dagegen mit dem stark entwickelten Vorderhorn zusammen.

Es ist klar, dass, was auf dem Querschnitt als Horn erscheint, mit Bezug auf das ganze Rückenmark als Säule oder Kante aufgefasst werden muss. Dem Vorderhorn entspricht hiernach eine Vordersäule, dem Hinterhorn eine Hintersäule u. s. w.

Das Seitenhorn liegt stets vor dem Hals des Hinterhorns. Beachtet man

dies, so lässt sich das Seitenhorn nie mit einem benachbarten anderen Gebilde verwechseln, welches den Namen Processus reticularis führt. Dieses wichtige Gebilde liegt in dem Winkel, welchen das Seitenhorn mit dem lateralen Rand des Hinterhorns bildet. Vom lateralen Rand des Basaltheils des Hinterhorns gehen nämlich netzartig angeordnete Balken grauer Substanz aus, welche mehr oder weniger weit in den Seitenstrang vorspringen und kleinere oder grössere Bündel weisser Substanz von ihm abschneiden und in ihre Maschen aufnehmen. Dieses Balkenwerk bildet den Processus reticularis. Nach dem Lendenmark hin nimmt er an Mächtigkeit ab, nach der oberen Hälfte des Markes aber beständig zu (Fig. 206. zwischen col und cop).

An die Beschreibung dieser Vorsprünge grauer Substanz ist gleich die Erwähnung einer vierten Säule anzuschliessen, die mit dem Namen Clarke'sche Säule bezeichnet zu werden pflegt und ihre Lage an der medialen Seite der Basis des Hinterhornes besitzt. Wie Stilling zeigte, ist der Querschnitt der Clarke'schen Säulen, oder der Dorsalkerne von Stilling, am grössten im unteren Dorsalmark; nach oben ist die Säule als zusammenhängende Masse bis zum siebenten Halsnerven, nach abwärts bis zum dritten Lendennerven zu verfolgen. Weiter nach oben und unten, im Hals- und Sacralmark finden sich indessen isolirte graue Massen an entsprechenden Stellen vor, die der Clarke'schen Säule homolog sind, der Cervical- und Sacralkern von Stilling.

Die graue Substanz des Rückenmarks springt nicht blos mit den genannten mächtigen, scharfen oder stumpfen Fortsätzen gegen die weisse vor, sondern es treten von der gesammten Peripherie der Kernstränge, d. i. der seitlichen grauen Massen, zahlreiche, mehr oder minder feine Leistchen in die weisse Substanz hinein, dringen getheilt oder ungetheilt, häufig Verbindungen unter einander eingehend, an dieser oder jener Stelle selbst bis zur Peripherie des Markes vor. Andere Leistchen kommen ihnen von der Rinde aus entgegen und sie zerlegen so den Markmantel, wie Fig. 206 zeigt, in kleinere Blätter. Man kann das ganze System dieser Leistchen, auf welche bei Betrachtung der Rindenschicht des Rückenmarkes zurückzukommen ist, unter dem Namen Septula medullae spinalis, deren es somit innere und äussere gibt, zusammenfassen. Die Oberfläche der grauen Substanz ist hiernach nicht glatt, sondern rauh und zackig.

Untersucht man die Massenentwicklung der grauen Substanz in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks (Fig. 207), so zeigt sie von der Spitze des Conus medullaris bis zur Mitte der Lendenanschwellung eine stetige Zunahme (bis auf 24.89 qmm), nimmt im Dorsalmark beträchtlich ab (bis auf 4,56 qmm), und schwillt in der Halsanschwellung wiederum bedeutend an (bis 19,67 qmm), um im oberen Theil des Halsmarkes wieder langsam abzunehmen. Hieraus ergibt sich, dass der Flächeninhalt der grauen Substanz auf Querschnitten im Allgemeinen um so grösser ist, je mehr Wurzelfasern in dem bezüglichen Abschnitt aus dem Rückenmark hervorgehen: die graue Substanz ist an jenen Stellen am mächtigsten, wo die grossen Extremitätennerven entspringen.

Ganz anders verhält sich die weisse Substanz. In der Gegend der Spitze des Conus medullaris ist der Querschnitt überwiegend aus grauer Substanz gebildet, die nur von einem schmalen Saum weisser umgeben wird. Von hier an erfährt die weisse Substanz bis zum oberen Ende der Halsanschwellung eine stetige Zunahme, die nur in der Strecke vom dritten Lendennerven bis zum

zwölften Brustnerven durch eine unbedeutende Abnahme unterbrochen wird. Die Zunahme erfolgt am Beginn der beiden Anschwellungen rascher als an andern Stellen.

Fig. 207.

Fig. 207. Durchschnitte durch verschiedene Abtheilungen des Rückenmarkes.

A, Schnitt durch die Mitte der Halsanschwellung in der Höhe des sechsten Halsnerven. B, Schnitt durch die Mitte des Rückentheiles C, Schnitt durch die Mitte der Lendenanschwellung. D, Schnitt durch die obere Abtheilung des Conus medullaris. E, Schnitt in der Höhe des fünften Sacralnerven. F, Höhe des Steissbeinnerven. A, B, C, $^2/_1$ — D, E, F, $^3/_1$. a, vordere Nervenwurzeln; p, hintere Nervenwurzeln.

An der Austrittsstelle des vierten Lendennerven nehmen graue und weisse Substanz nahezu gleich viel Raum ein (die graue 21,02, die weisse 22,34 qmm). Weiter aufwärts besitzt die weisse Substanz stets einen grösseren Flächeninhalt als die graue und ändert selbst die Halsanschwellung trotz bedeutender Zunahme der grauen Substanz an jenem Verhältniss nichts. Im Ursprungsbezirk des sechsten Halsnerven misst der Querschnitt der weissen Substanz 24,02, der der grauen 19,67 qmm. Vom vierten Halsnerven zur Medulla oblongata ist dann wieder eine geringe Abnahme weisser Substanz wahrzunehmen. Die einzelnen weissen Stränge verhalten sich an dem von unten nach oben erfolgenden Anschwellen der weissen Substanz in verschiedener Weise und ist hierüber der Abschnitt Faserverlauf zu vergleichen.

Es wurde vorhin erwähnt, dass die graue Substanz proportional den austretenden Nervenwurzeln zu- und abnehme. Dies bezieht sich jedoch wesentlich auf die Vordersäulen. Die Hintersäulen werden durch die Anschwellungen weniger beeinflusst, obgleich auch sie eine Zunahme erfahren. Dies ist insbesondere der Fall an der Lendenanschwellung, in welcher die Hintersäulen eine ansehnliche Breite besitzen. Die Zunahme der Vordersäulen ist an der Halsanschwellung vor allem eine seitliche, so dass von einer isolirten Seitensäule nichts mehr gesehen wird. In der Lendenanschwellung erfährt der Umriss der Vordersäulen eine mehr allseitige Vergrösserung. Gegen die Spitze des Conus medullaris hin verliert sich die Abgrenzung vom Vorder- und Hinterhorn. Zugleich treten die beiden Hinterhörner immer näher zusammen und verschmelzen schliesslich zu einer Masse [Clarke].

Nachdem hiermit die Formverhältnisse der Seitentheile des Rückenmarkes betrachtet sind, ist auch der Mitteltheil, die Commissur (Fig. 208) zu untersuchen. Es wurde bereits erwähnt (S. 313), dass die Commissur aus einer vorderen weissen, und einer hinteren grauen Abtheilung besteht, welche letztere den Centralkanal einschliesst. An den beiden Intumescenzen ist die Commissura alba besonders mächtig; an den übrigen Strecken überwiegt die

Fig. 208.

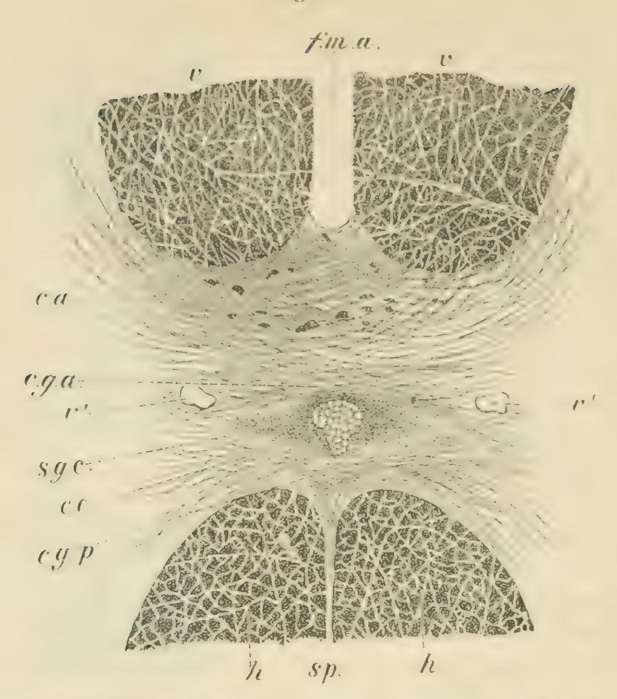


Fig. 208. Querschnitt durch die graue und weisse Commissur des Rückenmarks (Anfang der Lumbalanschwellung). Vergrösserung. $^{40}/_{1}$.

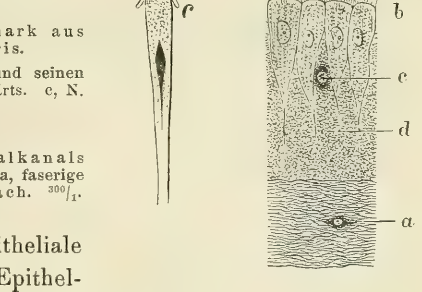
f.m.a., fissura mediana anterior. s.p., septum posterius. v, v, Vorderstränge. h, h, Hinterstränge. c.a., vordere weisse; c.g.a., vordere graue Commissur. s.g.c., substantia gelatinosa centralis. cc, obliterirter Centralkanal. c.g.p., hintere Commissur.

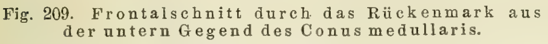
Commissura grisea. Letztere zerfällt, durch den Centralkanal getheilt, in eine Commissura grisea anterior und posterior. Erstere besteht aus einer sehr dünnen Lage feiner querer Nervenfasern, welche sich an die hintersten Fasern der Commissura alba unmittelbar anschliessen. Auch die Commissura grisea posterior besteht aus feinen queren Nervenfasern, und zwar bilden diese eine bedeutend dickere Lage, als in der vorderen. Sie grenzen nach hinten an das Septum longitudinale posterius, nach vorn an die Substantia gelatinosa centralis, welche ringförmig die Wand des Centralkanals umgibt. Die hintere graue Commissur ist am mächtigsten im Conus medullaris (sagittaler Durchmesser = 0,40 mm) nimmt in der Lendenanschwellung auffallender Weise ab (0,13), sinkt im Dorsaltheil noch mehr zurück (0,03) und wächst im Halsmark wieder zur Grösse der Lendenanschwellung (0,13). Eine Beziehung ihrer Stärke zur Stärke der eintretenden Wurzelbündel ist zwar unverkennbar, doch ist ihre Stärke im Conus noch nicht befriedigend erklärt. In der hinteren grauen Commissur findet wahrscheinlich eine spitzwinkelige partielle Kreuzung der Commissurenfasern statt.

Ueber die Substantia gelatinosa centralis s. unten.

Der Centralkanal hat in den verschiedenen Gegenden des Markes verschiedene Gestalt und Grösse. Im Dorsalmark ist er rundlich und hat einen Durchmesser von 0,05—0,1 mm. In der Halsanschwellung ist seine Form queroval, in der Lendenanschwellung längsoval. Gegen die Medulla oblongata hin

wandelt sich die querovale Form ebenfalls zu einer sagittalen Spalte um. Im Conus medullaris rückt der Kanal mehr und mehr an die hintere Medianspalte heran und erweitert sich im unteren Ende des Conus zum Ventriculus terminalis [W. Krause] (Fig. 209). Der Querschnitt des Ventrikels ist meist dreiseitig, mit hinterer Spitze und vorderer Basis. Seine Länge beträgt 8—10 mm, seine Breite 0,5—2 mm, seine Tiefe 0,4—1 mm. Er reisst von hinten her leicht ein und wurde früher für offen gehalten. Beim Uebergang des Conus in das Filum terminale setzt sich der Ventrikel wieder in einen feinen Kanal fort, der bis zur halben Länge des Filum herabreicht, wo er blind endigt.




Fig. 209. Frontalschnitt durch das Rückenmark aus der untern Gegend des Conus medullaris.

Man erkennt den Ventriculus terminalis (Krause) und seinen Uebergang in den Centralkanal nach auf- und abwärts. c, N. coccygeus. Nach Krause.

Fig. 210. Epithel des menschlichen Centralkanals b, mit Flimmerhaaren. c, Ersatzzelle? d, feinkörnige, a, faserige Lage der Substantia gelatinosa centralis. Nach Gerlach. $^{300}/_{1}$.

Ventrikel und Centralkanal haben eine epitheliale wimpernde Auskleidung (Fig. 210). Die Epithelzellen des Centralkanals führen längliche Kerne mit 3—4 längsgereihten glänzenden Kernkörperchen. Im Hals- und Lendentheil gehen etwa 100 Zellen auf den Umfang. Die Aussenenden der Epithelzellen laufen in einen langen feinen Fortsatz aus, der weit in die umgebende Substantia gelatinosa centralis und darüber hinaus verfolgt werden kann.

Der Centralkanal ist häufig obliterirt, zumal im Halstheil des Rückenmarks. Epitheliale Wucherungen, selbst bindegewebige Wucherung mit Gefässen, können ihn ausfüllen. Der Wimperbesatz der Epithelzellen fehlt häufig, besonders bei Erwachsenen. Am deutlichsten pflegt er im Conus medullaris erhalten zu sein.

Feinerer Bau.

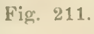
a) Graue Substanz.

So ansehnlich das Lager grauer Substanz auch ist, welches sich im Rückenmark ausbreitet, so bedeutend ferner die Functionen sind, die ihr zufallen, so ist es dennoch nur ein einziges Formelement, welches die wesentliche Grundlage des ganzen complicirten Baues und seiner Functionen bildet; es ist dies die Nerven- oder Ganglienzelle. Mit einem hohen Grade von Recht gilt dasselbe zugleich von der weissen Substanz: so massenhaft ihre Fasern auch sind, sie alle stellen in ihren wesentlichen Theilen nichts anderes dar, als Ausläufer von Nervenzellen. Hiernach ist die Nervenzelle mit ihren Ausläufern das Hauptelement des ganzen Rückenmarks. Blicken wir auf frühe Stufen der Entwicklung des Rückenmarks, so tritt uns in dem primitiven Medullarrohr überhaupt nichts anderes entgegen, als eine einzige Zellenform, die Epithelzelle. Von weisser Substanz ist anfänglich nicht die Rede, sie fehlt ganz und gar.

Im fertigen Rückenmark ist es insbesondere die Häufigkeit, die Gruppirung und die Art der Verbindungen, die eine Zelle eingeht, was uns ein so überraschen-

des Bild gewährt, wie jeder Querschnitt des Rückenmarks es zeigt. Die Zellen selbst sind dabei einander keineswegs völlig gleich, vielmehr kommen beträchtliche Verschiedenheiten vor. Zu den wesentlichen Elementen, Nervenzellen und ihren Ausläufern, gesellen sich alsdann noch andere, accessorische Bestandtheile hinzu; so insbesondere eine ansehnlich entwickelte Stützsubstanz, Blut- und Lymphgefässe, und im Zusammenhang mit ihnen Bindegewebe. Es ist am zweckmässigsten, zuerst die wesentlichen Bestandtheile, die Nervenzellen und ihre Ausläufer, darauf die Stützsubstanz in das Auge zu fassen. Die Gefässe werden am Schluss dieses Abschnittes zugleich mit den Hüllen des Rückenmarks betrachtet werden.

1) **Die Nervenzellen und ihre Fortsätze** (Fig. 193, 206, 211). Die Nervenzellen (Ganglienzellen) des Rückenmarks sind multipolar und mit bläschenförmigem Kern, dieser mit glänzendem Nucleolus versehen. Der Zellkörper besitzt einen eigenthümlichen feinfaserigen Bau, mit homogener oder feinkörniger Substanz zwischen den Fasern. Gewöhnlich enthält der Zellkörper einen diffusen Haufen gelbliches oder bräunliches körniges Pigment. Grösse und Form der Zellen ist verschieden nach dem Standort. Die grössten finden sich in den Vorderhörnern (67—135 μ); in den Clarke'schen Säulen kommen mittlere Grössen vor (45—90 μ); zu den kleinsten gehören solche der Hinterhörner (bis 18 und selbst 9 μ herab).


Fig. 211.

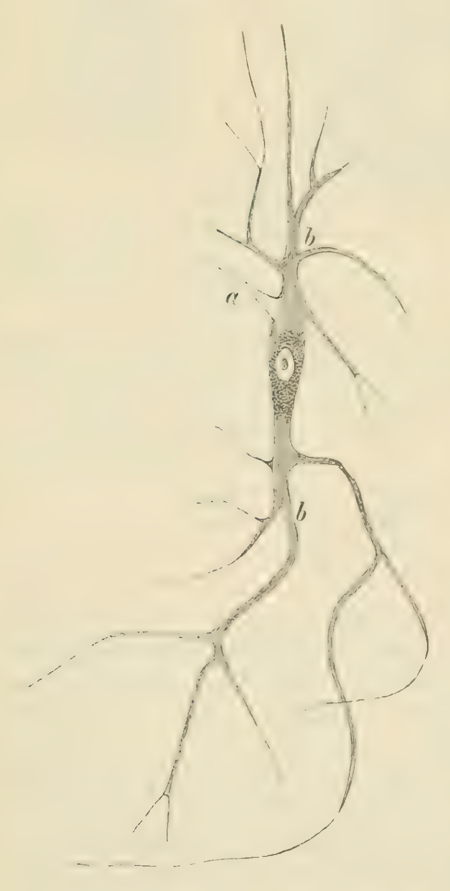


Fig. 211. Ganglienzelle des Hinterhorns. Nach Deiters.

a, Axencylinderfortsatz. b, b, verästelte Fortsätze.

Die Fortsätze können von allen Theilen des Umfangs ausgehen (Vorderhörner, Clarke'sche Säulen), oder von den Polen spindelförmiger Zellen (Hinterhörner). Die Fortsätze sind, wie zuerst Deiters zeigte, solche von zweierlei Art. Die einen, Protoplasmafortsätze oder verästelte Fortsätze, zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Substanz dem Zellkörper ähnlich ist, dass sie sich alsbald reichlich verästeln und schliesslich in einen Busch feinster Primitivfibrillen zerfallen; solche Fibrillen können auch unmittelbar von dicken Aesten abgehen. Der andere Fortsatz, Axencylinderfortsatz, kommt jeder Zelle nur in der Einzahl zu. Er wird zum bekannten Axencylinder einer markhaltigen Nervenfaser. Sein Ur-

sprung ist kegelförmig, darauf folgt eine verdünnte Stelle, dann der gleichmässig breite Faden. Der unverästelte Fortsatz ist mehr homogen von Ansehen, als die verästelten; eine feine Längsfaserung ist indessen auch an ihm bemerkbar, was man auf Primitivfibrillen deutet. S. auch S. 291 u. f.

Was die Gruppirung und Häufigkeit der Nervenzellen betrifft, so gehen wir am besten von der Betrachtung eines Querschnittes durch das mittlere Dorsalmark aus (s. Fig. 206, S. 315).

α) Die Zellen des Vorderhorns sind hier entweder zu einer grösseren Gruppe vereinigt, die im vorderen Abschnitt des Vorderhorns gelegen ist, oder sie zerfallen in zwei Gruppen, eine mediale und eine laterale. In den Anschwellungen nimmt die Zahl und Gruppenbildung beträchtlich zu, indem die beiden Hauptgruppen durch die Bündel der eintretenden Nervenwurzeln in Nebengruppen (4—8) zerlegt werden. Die laterale Gruppe erstreckt sich in den Anschwellungen sehr weit nach hinten und fliesst darum hier mit der Zellengruppe des Seitenhorns zusammen. Goll zählte auf einem Querschnitt in der Höhe des ersten Halsnerven 28, auf einem solchen durch das Gebiet des dritten Halsnerven 42, auf einem durch das Gebiet des sechsten Halsnerven angelegten aber je 140 Nervenzellen. *β*) Die Zellen des Seitenhorns grenzen sich um so deutlicher ab, je deutlicher das Seitenhorn selbst ist. Seine meist spindelförmigen Zellen liegen mit ihrer Längsaxe in der Regel in der Richtung der Seitenhornspitze. Die Zellen der Clarke'schen Säulen (der Dorsalkerne von Stilling) bilden eine vorzüglich abgegrenzte Gruppe von kreisförmigem oder ovalem Querschnitt, die am medialen Rand der Basis des Hinterhorns gelegen ist. Die Vertheilung dieser Zellen steht in einem gewissen Gegensatz zu derjenigen der Vorderhörner. Die Zellen der letzteren nehmen mit der Stärke der eintretenden motorischen Wurzeln an Zahl zu. Die Clarke'schen Säulen dagegen haben den grössten Querschnitt im unteren Dorsalmark. Die Clarke'sche Säule erstreckt sich, wie schon oben erwähnt, bis zum Gebiet des dritten Lendennerven herab, ohne stark abzuschwellen; nach aufwärts reicht sie bis zum siebenten Halsnerven, stark verschmächtigt. Am schönsten entwickelt ist sie zwischen dem dritten Lenden- und neunten Brustnerven. Weiter oben, im Gebiet des vierten und dritten Halsnerven, liegt eine örtlich entsprechende Zellengruppe, der Cervicalkern [Stilling]; weiter unten, im Gebiet des zweiten und dritten Sacralnerven, liegt eine ebenfalls entsprechende Zellensäule, der Sacralkern [Stilling]. *γ*) Die solitären Zellen der Hinterhörner sind, wie der Name sagt, durch die Substanz der Hinterhörner zerstreut. Sie haben kleine und mittlere Formen und spindelförmige Gestalt.

Das geschilderte Bild der Gruppirung der Nervenzellen des Querschnittes erhält eine wichtige Ergänzung durch die Untersuchung von Längsschnitten. Es hat sich bei vielen niederen Wirbelthieren gezeigt, dass die Zellen der Vordersäulen in ihrer Längsausbreitung keinen gleichmässigen, sondern einen rosenkranzförmigen Strang darstellen, indem mächtigere Ansammlungen mit geringeren abwechseln (so bei Fischen, Reptilien). Erstere entsprechen den eintretenden vorderen Wurzeln, letztere den Zwischengebieten. Mit Recht bezieht man diese Anordnung auf eine Segmentirung und Metameren des Rückenmarks, wie sie im Bauchmarke vieler Wirbelloser weit deutlicher zu Tage treten. Wir haben eine, vor Allem durch Längs- und Quercommissuren verbundene Ganglien-

kette im Rückenmark vor uns. Die einzelnen Ganglien fliessen mit ihren oberen und unteren Enden beim Menschen so sehr in einander über, dass Einzelglieder kaum erkennbar sind. Sie sind aber dennoch anzunehmen und sind insbesondere schon in der frühesten Anlage des Rückenmarkes bei allen Wirbelthieren und auch beim Menschen ausgesprochen. Man wird schon hier daran denken müssen, ob nicht ein ähnliches Verhältniss auch im Gehirn Platz greifen werde; hierauf wird erst an späterer Stelle einzugehen sein.

Schwieriger als die Ermittelung der Verhältnisse der Zellen, ist die Ermittelung des Schicksals ihrer Fortsätze. Und doch ist die Kenntniss dieses Schicksals durchaus erforderlich, denn die Fortsätze sind gewissermassen die Arme, mit welcher die Zelle nach ihren Zielen ausgreift. Wüssten wir von jeder Zelle oder Zellengruppe des Rückenmarkes den Verlauf und die Endigung aller ihrer Ausläufer, so wäre eine Aufgabe erreicht, zu deren Erledigung schon sehr zahlreiche Anstrengungen gemacht worden sind. Ist auch diese ideale Anforderung schwer erfüllbar, so waren die bisherigen Anstrengungen dennoch keineswegs vergeblich; sie zeigen vielmehr deutlich, und wir werden es noch zu erfahren haben, dass wir dem erstrebten Ziele immer näher gekommen sind, ja dass wir die wesentlichen Grundzüge des gesammten Bauplans des Rückenmarks bereits zu überschauen vermögen. Von besonderer Bedeutung ist hiebei die Kenntniss des Gesammtverhaltens der Zellausläufer und der weissen Substanz.

Um die damit gegebenen Leitungsbahnen überschauen zu lernen, müssen wir theils von den Zellen ausgehen und nach der Peripherie hinstreben; theils haben wir von der weissen Substanz und überhaupt von den Nervenfasern auszugehen und sie gegen das Centrum, gegen die Zellen zu verfolgen. An dieser Stelle ist zunächst erstere Aufgabe zu erfüllen; die zweite wird uns bei der Betrachtung der weissen Substanz beschäftigen.

Schicksal der Fortsätze der Nervenzellen (Fig. 212).

Der Axencylinderfortsatz wird, ohne Theilungen einzugehen, zu einer markhaltigen Faser, indem er sich zunächst mit einer Markscheide umhüllt. Diese Faser erreicht auf irgend einem Wege die weisse Substanz des Rückenmarks. Seit Deiters kennt man die Bahn der Axencylinderfortsätze eines grossen Theils der motorischen Zellen der Vorderhörner. Sie treten zum Theil in geradem oder gebogenem Verlauf in die Bündel der motorischen Wurzeln ein und gelangen so zur Muskulatur.

Fig. 212.

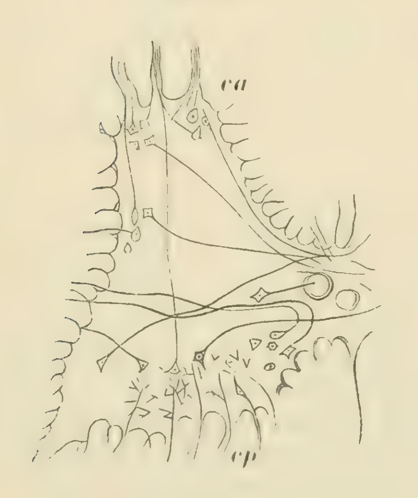


Fig. 212. Schema des Verlaufs der Axencylinderfortsätze im Rückenmark des Kalbes.

ca, Cornu anterius; cp, Cornu posterius. Nach Laura.

Ein anderer Theil der Zellen der Vorderhörner schickt ihren Axencylinderfortsatz in die Commissura anterior [Laura, Pick, Mayser], wo sich der weitere Verlauf der Beobachtung entzieht.

Ein Theil von Zellen (der Seitenhörner) sendet den Axencylinderfortsatz in den Seitenstrang, ein anderer zu vorderen Wurzelfasern, ein dritter zur vorderen Commissur (Laura).

Was die Hinterhörner betrifft, so sendet ein Theil ihrer Zellen den Axencylinderfortsatz zur vorderen, ein anderer zur hinteren Commissur, ein dritter zu vorderen, ein vierter zu hinteren Wurzelfasern, ein fünfter in den Seitenstrang; in den Seitenstrang gelangen auch, in einem oft sehr stark gebogenen Verlauf die Axencylinderfortsätze der Zellen der Clarke'schen Säulen.

Welches ist das Schicksal der verästelten Fortsätze? Die verästelten Fortsätze lösen sich durch fortgesetzte Theilung in ein Buschwerk von Primitivfibrillen auf. In der Umgebung der Nervenzellen findet man darum ein schwer entwirrbares Geflecht nervöser Fäserchen und Fasern, die den verschiedensten Zellen entstammen. Durch Behandlung feiner Schnitte mit Goldchloridlösung fand J. Gerlach, dass die feinsten Protoplasmafortsätze überall in den grauen Seitenhälften (mit Ausnahme der sogleich zu betrachtenden Substantia gelatinosa Rolandi der Hintersäulen) zu einem verworrenen Netzwerk zusammentreten. Dasselbe Ergebniss lieferten Zerzupfungspräparate. Auch die solitären Zellen der Hinterhörner stehen durch solche Netze untereinander in Verbindung.

Protoplasmafortsätze und ihre Netze kommen fernerhin nicht bloss im Binnenraum der grauen Substanz vor, sie dringen vielmehr an zahlreichen Stellen von deren Peripherie aus in die Septula ein und gelangen zur weissen Substanz, was schon Boll bekannt war. Auch sind Protoplasmafortsätze gesehen worden, welche in die vorderen Wurzelbündel eindrangen.

Verhältnissmässig selten (s. oben S. 293) sind in der gesammten grauen Substanz Verbindungen zweier Zellen durch kurze breite Anastomosen.

Was wird aus dem Gerlach'schen Fasernetz? Es verknüpft einmal die Nervenzellen einer Gruppe, wahrscheinlich auch benachbarte Gruppen untereinander; sodann entwickeln sich aus ihm feine markhaltige Nervenfasern [Gerlach]. Eine multipolare Nervenzelle würde alsdann direkt durch den Axencylinderfortsatz mit einer ersten, indirekt durch das Fasernetz mit einer zweiten markhaltigen Nervenfaser, sowie mit benachbarten Ganglienzellen in Verbindung stehen.

Ueber die in der grauen Substanz vorhandenen Nervenfasern sei gleich hier das Folgende bemerkt. Die Zahl der Nervenfasern innerhalb der grauen Substanz ist sehr beträchtlich und wird der Antheil der durch sie vertretenen Masse auf nicht weniger als die Hälfte der Gesammtmasse der grauen Substanz geschätzt. Berücksichtigt man das Schicksal und den Verlauf der Fasern, durch deren Verflechtung das Fasergewirr der grauen Substanz entsteht, so lassen sich fünf Quellen unterscheiden: 1) Fasern der vorderen und hinteren Commissur; 2) solche aus den vorderen und hinteren Wurzeln; 3) solche, die zwischen einzelnen Gruppen von Nervenfasern verlaufen; 4) Einstrahlungen von den weissen Strängen, insbesondere von den Seitensträngen; 5) Längsfasern verschiedener Art.

2) **Die Gerüst-Substanz** Die nervösen Bestandtheile der grauen Substanz (Nervenzellen und ihre Fortsätze, Fasernetze, Nervenfasern) sind eingebettet in ein stützendes Gerüst, welches zugleich auch das ansehnliche Gefässnetz in sich aufnimmt. Dieses Gerüst hört an den Grenzen der grauen Substanz nicht auf, sondern durchzieht in modificirter Form auch den Markmantel, erreicht die Rinde

desselben, bildet hier eine verdichtete Schicht (Rindenschicht) und steht mit der Pia und ihren Fortsätzen in Verbindung. Man kann das Gerüst isolirt darstellen, indem aus feinen Schnitten die nervösen Bestandtheile durch Schütteln in Flüssigkeiten möglichst entfernt werden. Lassen sich die nervösen Bestandtheile auch nicht überall vollständig entfernen, so gelingt dies doch an vielen Stellen. Theils an so behandelten, theils an intacten Schnitten lässt sich erkennen, dass das Gerüst einen an Masse gegenüber den nervösen Bestandtheilen zwar zurücktretenden, immerhin aber ansehnlichen, sehr zierlich gebauten Körper darstellt. Bleiben wir vorerst bei dem Gerüst der grauen Substanz, so lassen sich zwei Formen desselben unterscheiden, davon eine ein schwammiges Gefüge besitzt und darum Substantia spongiosa genannt wird, während die andere den Namen Substantia gelatinosa erhalten hat. Letztere kommt an zwei Orten vor, in der Umgebung des Centralkanals (Substantia gelatinosa centralis) und als Saum der Hintersäule (Substantia gelatinosa Rolandi).

Die Substantia spongiosa hat ihren Namen von den zahllosen grösseren und kleineren Lücken, Durchbrechungen und Kanälen, welche zur Aufnahme der nervösen Bestandtheile, sowie der vielen Gefässe dienen, die hier vorkommen. Ihr selbst nervöse Bestandtheile irgend welcher Art zuzuzählen, wie es häufig geschieht, scheint uns ungeeignet. Die Formen sämmtlicher Hohlräume der schwammigen Substanz sind sehr mannigfaltig, sie welchseln mit den eingeschlossenen Theilen. Die zur Beherbergung der einzelnen Nervenzellen ausgesparten Räume sind natürlich gross gegenüber den feinen Kanälen, welche die Fasern und letzten Verästelungen der Fortsätze beherbergen. Die Zwischenräume zwischen dem Eingeschlossenen und Einschliessenden, welchen für die Saftströmung eine Bedeutung zukommt, sind für die feinsten Theile fast unmessbar, deutlich wahrnehmbar für die grösseren Zellen (pericelluläre Räume). Letztere Räume werden durch Anwendung schrumpfender Mittel auf das Rückenmark noch bedeutend vergrössert.

Im frischen Zustand ist die schwammige Substanz zwar weich, aber doch von genügender Zähigkeit. Dies rührt her von der Gegenwart zahlreicher gröberer und feinerer Fasern, welche innerhalb einer homogenen oder schwach körnigen Grundsubstanz dichte Netze bilden. Die Fasern sind nichts anderes als Ausläufer von Stützzellen, die hie und da in das Netzwerk eingestreut vorkommen. Die Zellen besitzen in der Regel Kerne: anstatt kernhaltiger Zellen werden auch kleine Anhäufungen einer mattgranulirten protoplasmatischen Substanz in grösseren Knotenpunkten des Netzwerkes gefunden, die als Zellen mit untergegangenem Kern gedeutet werden. Die isolirten Zellen haben verschiedene Formen, (rundliche und abgeplattete), und entsenden Ausläufer in verschiedener Weise. Man unterscheidet aus diesem Grunde Spinnenzellen, die nach allen Seiten in einer Ebene sich verästeln, Büschelzellen unipolarer oder bipolarer Art, Zellen mit Ausläufern nach allen Richtungen, aber auch solche, die statt der Ausläufer nur kurze Zacken besitzen. Man nennt diese Zellen, an deren Untersuchung sich zahlreiche Forscher betheiligt haben, im Allgemeinen Deiters'sche Zellen oder auch Neuroglia-Zellen, nachdem von Virchow die stützende Substanz der nervösen Centren Neuroglia (Nervenkitt) genannt worden war. Früher für strukturlos gehalten, ist die stützende Substanz erst durch Frommann (1864, 65) und Deiters (1865) genauer bekannt geworden.

Ueber die Herkunft der Neuroglia sind die Meinungen noch getheilt. Entwicklungsgeschichtliche Thatsachen sowohl, als auch chemische Reactionen, sprechen am meisten zu Gunsten der Auffassung, dass die Neuroglia nicht dem Bindegewebe zugehört, sondern die gleiche Abkunft hat, wie die Nervenzellen und ihre Ausläufer selbst. Beide gehen aus den Zellen des primitiven Medullarrohrs hervor, entwickeln sich aber nach verschiedenen Richtungen weiter, die einen zur nervösen Substanz, die anderen zum Stützgewebe derselben, ein dritter Theil zu der Zellenauskleidung des Centralkanals. Eine Betheiligung des Bindegewebes an dem Aufbau der weissen und grauen Substanz des Rückenmarks soll damit nicht geläugnet werden: denn es dringen von Seiten der Pia Fortsätze bis in die graue Substanz hinein vor; es verbreiten sich Bindegewebe führende Gefässe in der grauen und weissen Substanz; und endlich sind Wanderzellen (Lymphkörperchen) im Gebiet der Neuroglia im Ganzen und der Spongiosa im Besonderen eine nicht seltene Erscheinung. Diesen Wanderzellen kommt zwar wahrscheinlich eher die Aufgabe zu, zu zerfallen und durch ihren Zerfall der Umgebung Nährmaterial zu liefern, als mit der Entwicklung der Neurogliazellen in Beziehung zu stehen; sie gehören aber zur Bindesubstanz.

Die Substantia gelatinosa centralis, centraler Ependymfaden von Virchow (Fig. 206 sgc), begrenzt unmittelbar die epitheliale Wand des Centralkanals. Ihr Querschnitt ist kreisförmig oder elliptisch. Sie grenzt nach vorn und hinten an die vordere und hintere graue Commissur und geht seitlich allmählich in die schwammige Substanz über. In der Lendenanschwellung (gleich der Substantia gelatinosa Rolandi) am mächtigsten, sinkt sie im Dorsaltheil zu grösster Schwäche herab, um aufwärts wieder zuzunehmen. Sie besteht theils aus den bekannten Neurogliazellen und stärkeren Fasern, theils aus einem sie verbindenden feinsten Reticulum auf homogener oder feingranulirter Grundlage. Von Fasern kommen in ihr vor:

1) radiäre Fasern, welche von den peripherischen Ausläufern der Epithelzellen des Centralkanals dargestellt werden und sich mit Fasern der Neuroglia verbinden.

2) concentrische Fasern, welche die äusseren Theile der Substantia gelatinosa centralis umziehen und von Neurogliazellen herrühren.

3) zahlreiche longitudinale Neurogliafasern.

4) in geringer Menge vorhandene nervöse Längsfasern.

Die Substantia gelatinosa Rolandi (Fig. 206 sgR), schon mit freiem Auge am querdurchschnittenen frischen Mark als gelatinöse Rinde des Kopfes der Hintersäule bemerkbar, stellt eine nach vorn offene gebogene Platte dar, welche die Hintersäule hinten und aussen gegen den hinteren Theil des Seitenstranges abgrenzt. Ihr convexer Rand ist den eintretenden sensibeln Wurzeln zugekehrt. Im Lendentheil halbmondförmig, erfährt die Biegung der Platte eine andere Gestalt in den Gegenden des Rückenmarks, wo die Form der Hintersäule mehr nach hinten zugespitzt erscheint; sie verändert sich mit der Form der Hintersäule. Im Dorsal- und Cervicalmark zeigt sie daher eine winkelige Knickung und bildet hier einen nach hinten zugespitzten Saum. In den Anschwellungen hat sie ihre grösste Stärke und ist im Dorsalmark am schwächsten entwickelt. In letzterem nimmt sie $^1/_5$—$^1/_4$ des Querschnittes des Hinterhorns ein, in der Halsanschwellung $^1/_3$, in der Lendenanschwellung sogar $^2/_5$. In Carmin

färbt sie sich stark und zeigt sich zusammengesetzt aus einem sehr feinen Netzwerk, in welchem an zerstreuten Stellen Neurogliazellen oder Reste von solchen vorkommen. Sie enthält spärliche, längliche Maschen bildende Blutgefässe. Nervenzellen fehlen in ihr nicht gänzlich, vielmehr kommen sowohl kleine multipolare, als grössere spindelförmige multipolare Nervenzellen in ihr vor, namentlich im Lendenmark; oder letztere umsäumen den Aussenrand der gelatinösen Substanz und senden ihre stärksten Protoplasmafortsätze gegen die weisse Substanz. Die gebogene Platte ist ferner an vielen Stellen durchbrochen, um hintere Wurzelbündel in das Innere der Hintersäule treten zu lassen.

b) Weisse Substanz.

Die weisse Substanz oder der Markmantel ist gegen die graue, wie schon aus dem Früheren erhellt, nichts weniger als vollständig abgeschlossen, so verschiedenartig beide dem äusseren Ansehen nach auch sind. Sie hängen vielmehr auf's Innigste miteinander zusammen, sei es im Rückenmark oder im Gehirn. Hängt die weisse Substanz in unmittelbarer Weise vielleicht auch mit der Peripherie des Körpers zusammen und entsendet Ausläufer gegen dieselbe? Wir haben diese wichtige Frage nicht unmittelbar zu beantworten, sondern begnügen uns damit, sie zunächst aufzuwerfen. Bau, Ursprung und Ende, die Verlaufsweise der in der weissen Substanz enthaltenen Fasermassen aufzusuchen, sowie ihre Stützsubstanz kennen zu lernen, ist unsere nächste Aufgabe. Wir betrachten zuerst die vordere weisse Commissur, sodann die weissen Stränge.

1) **Commissura anterior alba** (Fig. 206, Fig. 213). Sie besitzt in verschiedenen Höhen des Rückenmarkes einen verschiedenen transversalen und sagittalen Durchmesser. Der transversale misst im Halsmark 2,53 mm, im Dorsalmark 1,20, im Lendenmark 1,73 mm; er wechselt also mit der Breite des Rückenmarkes. Fast umgekehrt verhält es sich mit dem sagittalen Durchmesser; derselbe ist in der Lendenanschwellung am grössten, 0,60, im Dorsalmark und in der Halsanschwellung 0.20 mm, und nimmt im Gebiet der drei oberen Halsnerven wieder zu. Die Stärke der eintretenden Nervenwurzeln übt hiernach auf die Mächtigkeit der Commissur keinen Einfluss aus. Sie besteht aus markhaltigen Nervenfasern von durchschnittlich 14 μ. Diese Nervenfasern strahlen einerseits in das Gebiet der grauen Säulen aus, andererseits in die hinteren Abschnitte des Vorderstrangs. Da dies auf beiden Hälften des Rückenmarks geschieht, so müssen die Fasern beider Hälften sich durchkreuzen. Man nennt diese Fasern die Kreuzungsfasern der vorderen Commissur. Ob ausser ihnen ungekreuzte Commissurenfasern vorkommen, d. h. solche, welche vom Vorderhorn u. s. w. der einen Seite durch die Commissur hindurch in das Vorderhorn u. s. w. der anderen Seite gelangen, welche also identische Theile der grauen Substanz verbinden, ist unsicher. Jedenfalls stellen die Kreuzungsfasern die Hauptmasse dar. Die vordere Commissur birgt dagegen ausser ihnen noch Bündel von Längsfasern.

Was die Kreuzungsfasern betrifft, so kreuzen sich dieselben an Stellen, welche eine niedrige und breite Commissur zeigen, unter sehr spitzen Winkeln. Die Winkel werden um so grösser, die Kreuzung um so leichter sichtbar, je höher und schmaler die Commissur ist. Ausser in der Lendenanschwellung ist

die Kreuzung vorzüglich deutlich im Gebiet der beiden ersten Halsnerven; an sie schliesst sich die Pyramidenkreuzung des verlängerten Markes an. So weit sind die Verhältnisse leicht zu übersehen. Allein welches ist der Ursprung und das Ende der Kreuzungsfasern?

Fig. 213.

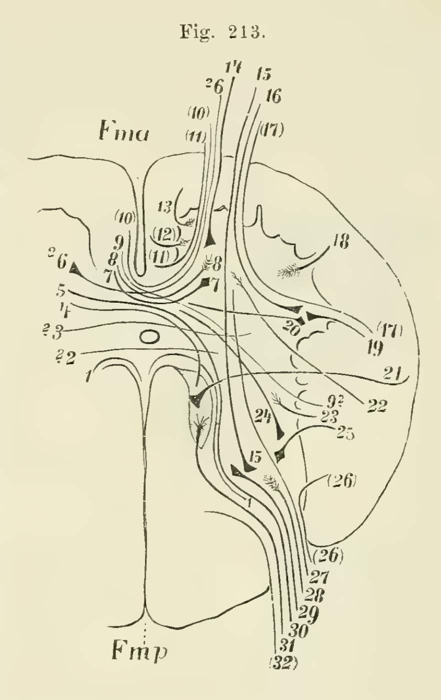


Fig. 213. Schema der Faserzüge auf dem Rückenmarks-Querschnitt; die longitudinalen Bündel sind nicht angegeben.

Die mit ( ) bezeichneten Fasern gehören Zügen an, die früher irrthümlich gedeutet worden sind und nur mehr historischen Werth haben; die mit ? versehenen Linien sind noch zweifelhafte Züge. Fma, fissura mediana anterior; Fmp, Fissura mediana posterior.

1, Fasern aus dem Hinterhorn zur hinteren Commissur; 2, Commissurenfaser der hinteren Commissur; vor ihr liegt der Centralkanal, 3, Commissurenfaser der vorderen Commissur; 4, Faser aus der Clarke'schen Säule durch die Commissura anterior zur entgegengesetzten Vordersäule; 5 zu 30, Faser der hinteren Wurzel durch die vordere Commissur zur entgegengesetzten Vordersäule; 6, Faser aus dem Vorderhorn durch die Commissura anterior zur entgegengesetzten vorderen Nervenwurzel; 7, Faser aus dem Vorderstrang durch die Commissura anterior zum entgegengesetzten Vorderhorn, in den Axencylinderfortsatz einer Zelle übergehend; 8, Faser aus dem Vorderstrang durch die vordere Commissur in das Vorderhorn, in das Gerlach'sche Nervennetz übergehend; 9, Faser aus dem Vorderstrang durch die vordere Commissur in die graue Substanz der entgegengesetzten Seite, und durch diese hindurch in den Seitenstrang; 10, Faser aus dem Vorderstrang durch die Commissura anterior in das Vorderhorn der Gegenseite und in die vordere Wurzel; 11, Faser aus dem Vorderstrang in das gleichseitige Vorderhorn und in die vordere Wurzel; 12, Faser aus dem Vorderstrang (Pyramiden-Vorderstrangbahn) in das gleichseitige Vorderhorn, in das Gerlach'sche Nervennetz übergehend; 13, Faser aus dem Grundbündel des Vorderstrangs in das gleichseitige Vorderhorn, in das Gerlach'sche Netz übergehend; 14, vordere Wurzelfaser in das gleichseitige Vorderhorn und den Axencylinderfortsatz einer Zelle übergehend; 15, Faser der vorderen Wurzel in das gleichseitige Hinterhorn und den Axencylinderfortsatz einer Zelle übergehend; 16, Faser der vorderen Wurzel in das gleichseitige Seitenhorn und einem Axencylinderfortsatz übergehend; 17, vordere Wurzelfaser zum gleichseitigen Vorderhorn, durch dasselbe hindurch in den gleichseitigen Seitenstrang gelangend; 18, Faser aus dem Seitenstrang in das Vorderhorn und das Gerlach'sche Netz; 19, Faser aus dem Seitenstrang in das Seitenhorn und einen Axencylinderfortsatz übergehend; 20, Faser aus dem Axencylinderfortsatz einer Seitenhornzelle zur vorderen Commissur; 21, Faser aus dem Seitenstrang (Kleinhirn-Seitenstrangbahn) in die Clarke'sche Säule und den Axencylinderfortsatz einer Zelle derselben übergehend; 22, Faser aus dem Seitenstrang in das gleichseitige Vorderhorn, in das Gerlach'sche Netz; 23, Faser aus dem Seitenstrang in das Hinterhorn und das Gerlach'sche Netz; 24, Faser aus dem Axencylinderfortsatz einer Hinterhornzelle zur vorderen Commissur; 25, Faser aus dem Seitenstrang in den Axencylinderfortsatz einer gleichseitigen Hinterhornzelle; 26, hintere Wurzelfaser zu dem Seitenstrang, um in derselben zum Hirn aufzusteigen; 27, hintere Wurzelfaser zum gleichseitigen Vorderhorn; 28, hintere Wurzelfaser zum Netz des Hinterhorns; 29, hintere Wurzelfaser zum Axencylinderfortsatz einer gleichseitigen Hinterhornzelle; 30 zu 5, hintere Wurzelfaser zum gleichseitigen Hinterhorn, durch die Commissura anterior zum gegenseitigen Vorderhorn; 31, hintere Wurzelfaser (auf- oder absteigend zu denken), welche in das Netz der Clarke'schen Säule gelangt; 32, hintere Wurzelfaser, welche angenommener Weise im Hinterstrang direkt zum Hirn aufsteigen sollte; welche aber in die graue Substanz des Hinterhorns gelangt.

Hier ergibt sich die Gelegenheit, eine grössere Zahl von Bahnen zu unterscheiden, von welchen einige entweder unsicher oder nur mehr historisch interessant sind. Folgende Aufzählung, bei welcher der centrale Theil der Bahn im ersten, der peripherische im zweiten Wort gekennzeichnet wird, gibt hierüber einen Ueberblick. In der vorderen Commissur unterschied man insbesondere:

1) eine gekreuzte Vorderstrang-Vorderhornbahn. Die Fasern verlaufen aus dem Vorderstrang der einen Seite durch die Commissur zu Bestandtheilen des Vorderhorns der anderen Seite, sei es zu Zellen oder zum Gerlach'schen Netz.

2) eine gekreuzte Vorderstrang-Vorderwurzelbahn. Die Fasern verlaufen aus dem Vorderstrang durch die Commissur und das Vorderhorn direkt zur vorderen Wurzel.

3) eine gekreuzte Vorderstrang-Seitenstrangbahn. Die Fasern verlaufen von dem Vorderstrang durch die Commissur und graue Substanz zum Seitenstrang. Sie werden von Einigen als Vorderstrang-Pyramidenfasern gedeutet. Im Seitenstrang laufen sie abwärts und wieder zur grauen Substanz, wie angenommen wird.

4) eine gekreuzte Seiten- und Hinterhorn-Vorderstrangbahn. Von Bestandtheilen der genannten Hörner durch die Commissur in den Vorderstrang.

5) eine gekreuzte Vorderhorn-Vorderwurzelbahn. Von Zellen des Vorderhorns durch die Commissur und das Vorderhorn direkt zur vorderen Wurzel.

6) eine Commissuren-Hinterwurzelbahn, von der vorderen Commissur zu hinteren Wurzelfasern verlaufend. Die jenseits der Commissur gelegene Bahn ist im entgegengesetzten Vorderhorn enthalten.

Zur Vergegenwärtigung dieser verschiedenen Bahnen innerhalb der Commissur eignet sich theilweise auch das Laura'sche Schema (Fig. 212 S. 322), wenngleich auf ihm nicht sämmtliche genannte Bahnen eingetragen sind. Um so mehr enthält deren unsere Fig. 213. Zur Erklärung von Laura's Schema ist zu bemerken, dass nach Laura sich im Rückenmark häufig benachbarte Zellen vorfinden lassen, welche ihre Axencylinderfortsätze nach entgegengesetzten Richtungen entsenden. Dies weist seiner Ansicht nach darauf hin, dass sie als Zwischenglieder in der Leitung zu dienen bestimmt sind. Eine ihren Nervenfortsatz nach dem Centrum sendende Zelle würde zugleich der Sammelpunkt für mehrere Zellen sein, die ihren Axencylinderfortsatz nach der Peripherie, zu den Wurzeln schicken. So übernehmen in dem Schema zwei Vorderhornzellen und ihre beiden Axencylinderfortsätze die nach dem Centrum gehende, im Vorderstrang der entgegengesetzten Seite aufsteigende Leitung für vier oder fünf Zellen, die ihren Axencylinderfortsatz in die vorderen Wurzeln entsenden. Sollte die Ansicht von Laura, der einige Bedenken gegenüberstehen, sich nach dieser Richtung hin bestätigen, so würden wir das andere Extrem jener Annahme verwirklicht finden, welche Vorderstrangfasern direkt in Wurzelfasern auslaufen lässt. Es würde nicht die Unterbrechung durch eine Zelle genügen, sondern der Leitungsvorgang müsste sogar zwei Zellen des Vorder- oder Seitenhorns passiren. Die centralwärts leitenden Zellen Laura's könnten indessen auch anders aufgefasst werden. Es ist denkbar und auch bereits von einigen Seiten ausgesprochen worden, dass diese Zellen ihren Axencylinderfortsatz zwar zur Commissur entsenden, aber nicht gegen den Vorderstrang der andern Seite, sondern durch das Vorderhorn der andern Seite hindurch direkt in vordere Wurzelfasern. Wir würden so eine gekreuzte Vorderhorn-Vorderwurzelbahn vor uns haben. Sie ist indessen als zweifelhaft zu bezeichnen.

Sehen wir hievon ab, so ist von den oben in der vorderen Commissur aufgezählten Bahnen weiterhin zu bemerken, dass der unter 1 gekennzeichneten gekreuzten Vorderstrang-Vorderhornbahn die Hauptbedeutung zukommt. Bahn 2 hat nur mehr historisches Interesse; Bahn 3 bis 6 dagegen sind zukünftiger Beachtung und genauerer Erforschung vor Allem zu empfehlen. Besonderer Beachtung bedarf in der Folgezeit ferner der Umstand, ob nicht ungekreuzte Commissurenfasern zur Verbindung identischer Stellen der grauen Säulen vorhanden sind. Hinter den Kreuzungsfasern der vorderen Commissur, zwischen ihnen und der Substantia gelatinosa lassen sich fast auf jedem Querschnitt einige

dünne anscheinend markhaltige Fasern bemerken, die nahezu queren Verlauf haben, soweit sie der Commissur angehören, dann aber sich dem Blick entziehen. Diese dürfen noch am ehesten als Commissurenfasern jener Art in Anspruch genommen werden.

2) **Die weissen Stränge.** Untersucht man einen Rückenmarksquerschnitt auf die Structur des Markmantels, so fallen in erster Linie gewaltige Massen querdurchschnittener markhaltiger Nervenfasern auf. Ein kleines Rindenbruchstück zeigt uns Fig. 214. Die Nervenfasern erscheinen nach vorausgegangener Färbung des Schnittes in geeigneter, z. B. ammoniakalischer Carminlösung, als kleine, runde, helle Felder, in deren Mitte ein roth gefärbter, mehr oder minder dicker

Fig. 214.

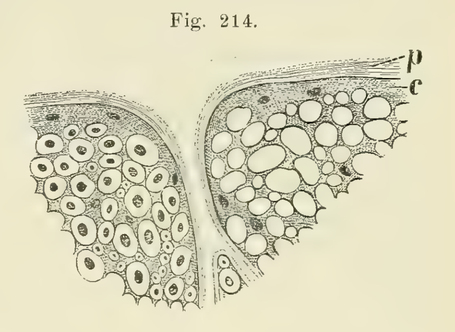


Fig. 214. Peripheres Stück eines Querschnittes durch das Rückenmark.

p, Intima pia mit einem zwischen beiden Hälften des Stückes eindringenden Pialtrichter, dessen Gefäss nicht gezeichnet ist. c, Rindenschicht, aus einem feinen Netzwerk von Fäden gewebt, nach aussen an die Intima pia grenzend, nach innen ein Lückenwerk frei lassend, welches zur Aufnahme von Nervenfasern und Gefässen bestimmt ist. Linkerseits sind die Axencylinder in den hellen Feldern sichtbar, welche ausserden die Markscheide aufnehmen; rechterseits ist allein die Stützsubstanz mit ihren Kernen dargestellt.

Punkt hervortritt. Letzterer entspricht dem Axencylinder, die helle Umgebung aber der Markscheide der Nervenfaser. Die hellen Felder fliessen nicht miteinander zusammen, sondern sind durch Zwischenräume von einer getrennt, welche von der Stützsubstanz des Markmantels eingenommen werden. Wie die Axencylinder, so haben auch die Markscheiden sehr verschiedene Durchmesser. Erstere schwanken von kaum messbaren Grössen bis zu 7,5 μ; letztere von 2 – 16 μ. Nervenfasern von grossem und kleinem Durchmesser sind zwar schon auf kleinem Raum durcheinander gemischt; doch unterscheiden sich einige Abschnitte des Markmantels durch eine gewisse durchschnittliche Dicke der Nervenfasern von anderen.* Die stärksten Fasern finden sich an der Peripherie des hinteren Theiles der Seitenstränge. Sodann folgen im Allgemeinen die Fasern der Vorderstränge. Die feinsten Fasern nehmen das Gebiet der Processus reticulares der Seitenstränge ein; ihnen folgen alsdann die Fasern des medialen Theiles der Hinterstränge. In jedem Strange nehmen die feineren Fasern im Ganzen mehr die tiefsten Theile ein.

Obwohl auf Querschnitten durch das Rückenmark die überwiegende Mehrzahl der Nervenfasern sich als quergeschnitten zu erkennen gibt, so kommt in Wirklichkeit dennoch keiner einzigen Faser ein Längsverlauf in ihrer ganzen Länge innerhalb des Markes zu, sondern sie weicht in ihrem Ursprungs- und Endgebiet von demselben ab. Man darf sich ferner nicht vorstellen, dass während ihres Längsverlaufes sämmtliche Fasern einander parallel verlaufen; vielmehr biegen die Fasern vielfach unter spitzen Winkeln ab und verflechten sich mit ihren Nachbarn. So entsteht ein spitzwinkeliges Geflecht der Fasern des Markmantels, welches besonders durch Längsschnitte zu deutlicher Anschauung gebracht wird. Vergl. oben S. 305.

In welcher Weise der Markmantel durch von aussen in ihn eindringende Furchen und Septen gegliedert wird, haben wir bereits gesehen; auch die

Kaliberverhältnisse der Nervenfasern betheiligen sich bis zu einem gewissen Grade an dieser Gliederung. Die Hauptgliederung wird aber erst, wie leicht zu begreifen ist, erkannt durch Rücksichtnahme auf die Ursprungs- und Endstationen, d. i. durch die Kenntniss des Totalverlaufs der verschiedenen Fasergruppen.

Um diesen zu erkennen, schlug man besonders folgende Wege ein: 1) den Weg der pathologischen Beobachtung. Man untersuchte primäre, in bestimmten Strängen selbst ablaufende Degenerationen (wie bei Tabes dorsalis), oder secundäre, in der Gefolgschaft gewisser Hirnerkrankungen auftretende Strangdegenerationen; 2) den Weg des physiologischen Experimentes. Man untersuchte den Erfolg der Reizung bestimmter Stellen, oder die Ausfallserscheinungen und Degenerationen nach Durchschneidung oder Exstirpation bestimmter Theile; 3) den Weg der Entwicklungsgeschichte der Nervenfasern, insbesondere ihrer Markscheidenumhüllung. Es ergab sich, dass die Markscheidenbildung nicht diffus und ungeordnet, sondern strangweise zeitlich geordnet, im Ganzen also gesetzlich geschieht (Flechsig). Gerade diese Methode ist zu einem der vorzüglichsten Hilfsmittel der Untersuchung des Faserverlaufs geworden und wir werden sie an späterer Stelle genau kennen lernen.

Hier sind zunächst folgende Ergebnisse hervorzuheben. Der Markmantel enthält folgende Stränge: Fig. 215.

Fig. 215.

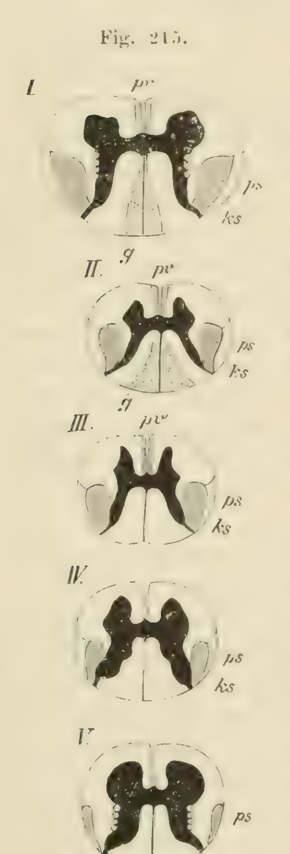


Fig. 215. Querschnitte durch verschiedene Höhen des Rückenmarks zur Demonstration der verschiedenen Hauptbahnen der weissen Substanz. Schematisch. Nach Flechsig. $1^1/_2$.

I, entspricht dem Austritt des 6. Cervicalnerven. II, des 3 Dorsalnerven. III, des 6., IV, des 12. Dorsalnerven. V, des 4. Lumbalnerven. pv, Pyramiden-Vorderstrangbahn. ps, Pyramiden-Seitenstrangbahn. ks, Kleinhirn-Seitenstrangbahn. g, Goll'sche Stränge.

a) Die **Pyramidenbahnen** (Flechsig). Sie bilden die Fortsetzung der Pyramidenstränge der Medulla oblongata. Bei menschlichen Früchten von 35—48 cm Länge liegen sie als grau durchscheinende, des Markes noch entbehrende Stränge innerhalb der übrigen bereits weissen Substanz.

α) Die Pyramiden-Seitenstrangbahn. Sie erstreckt sich von der Pyramidenkreuzung bis zum unteren Ende der Lendenanschwellung (3.—4. Sacralnerv), wobei sie beständig und besonders an den Anschwellungen an Querschnittsgrösse abnimmt. Die Abnahme findet dadurch statt, dass immer neue Fasern zur grauen Substanz des Rückenmarks gelangen. Die Pyramidenbahn gibt um so mehr Fasern an die graue Substanz ab, je mehr Wurzelfasern in letztere eintreten.

Die Pyramiden-Seitenstrangbahn nimmt auf dem Querschnitt des oberen Dorsalmarkes jederseits ein ovales oder leicht eckiges Feld im hinteren Drittel des

Seitenstrangs ein, welches mit seinem hinteren Ende die gelatinöse Substanz und die Spitze des Hinterhorns erreicht, von dem Basaltheil des Hinterhorns aber, sowie von der Oberfläche des Markes durch andre Fasermassen getrennt ist. Von der Mitte des Dorsalmarkes an nach abwärts, sowie aufwärts im Gebiet des zweiten und dritten Halsnerven, erreicht der Querschnitt der Pyramiden-Seitenstrangbahn die Oberfläche des Markes und dehnt sich im Gebiet des ersten Halsnerven auch nach innen derart aus, dass er im Processus reticularis die Oberfläche der grauen Substanz berührt.

β) Die *Pyramiden-Vorderstrangbahn.* Sie wird gebildet durch die ungekreuzte Fortsetzung eines Theiles der Pyramidenfasern der Medulla oblongata und nimmt beim Menschen die der vorderen Medianfissur anliegenden Theile der Vorderstränge ein. Im Absteigen allmählich abnehmend erreicht sie von der Mitte des Dorsalmarkes bis zum Beginn der Lendenanschwellung ihr Ende. Ihre Stärke ist individuell sehr verschieden. In der Regel $^1/_4$ des gesammten Pyramidenstranges einnehmend, kann sie auch weit stärker sein und pflegt sich alsdann durch einen deutlichen *Sulcus intermedius anterior* vom übrigen Vorderstrang abzugrenzen; sie kann aber auch schwächer sein. Ihre Querschnittsgrösse beträgt nach *Flechsig's* Messungen im Halsmarke 4—30$_0/^0$ des Querschnittes der Pyramidenbahn; in einigen Fällen betrug sie jedoch 45—90$^0/_0$. In fast der Hälfte der Fälle ist sie auch *unsymmetrisch* und zeigt bald die linke, bald die rechte Vorderstrangbahn grössere Stärke. Die eine Vorderstrangbahn kann ganz *fehlen* und im Seitenstrang enthalten sein. Endlich können *beide* Pyramidenvorderstrangbahnen fehlen; die betreffenden Fasern sind hier im *Seitenstrang* enthalten. In diesem Falle ist die Pyramidenkreuzung eine vollständige, in allen andern Fällen eine unvollständige. Der gewöhnliche Fall ist eine Semidecussation beider Pyramidenstränge. Man hat versucht, für die Fasern des Pyramidenvorderstrangs eine *nachträgliche* Kreuzung nachzuweisen, und zwar lag es nahe, die *vordere weisse Commissur* (s. letztere) an dieser Kreuzung betheiligt zu erachten (*Krause, Schiefferdecker*). Damit würde die Kreuzung der Pyramidenstränge unter allen Umständen eine totale sein; sie würde sich zu einem Theil in der Medulla oblongata, zum anderen im Rückenmark vollziehen. Mit ausreichender Sicherheit ist indessen die Angelegenheit noch nicht entschieden, sondern weiterer Untersuchungen bedürftig.

Sämmtliche Pyramidenfasern des Rückenmarks gelangen zu dessen grauer Substanz und treten auf irgend eine Weise mit den Ganglienzellen derselben in Verbindung. Vor Allem kommen hier die grossen Zellen der Vorderhörner, und zwar ihre Protoplasmafortsätze in Frage, während der Axencylinderfortsatz der meisten Vorderhornzellen in motorische Wurzelfasern übergeht. Direct in motorische Wurzelfasern biegen die Pyramidenfasern nicht um. Sie stellen vielmehr eine indirecte oder *relativ* directe motorische Bahn dar, deren craniales Ende in bestimmten Theilen der grauen Hirnrinde gelegen ist, wo wir ihr später wieder begegnen werden.

b) Die **directe Kleinhirn-Seitenstrangbahn** (*Foville, Flechsig*). Ihre Fasern erhalten früher Markscheiden als die Pyramidenfasern und können bei Neugebornen leicht als besonderes Bündel wahrgenommen werden. An Mächtigkeit steht dasselbe weit hinter den Pyramiden zurück. Zu ihm gehören noch einzelne,

durch die anderen Gruppen der hinteren Hälfte des Seitenstrangs zerstreute Fasern. Das compacte Bündel nimmt die Peripherie des hinteren Abschnittes der Seitenstränge ein und grenzt von oben bis herab zur Mitte des Dorsalmarkes (eine kurze Strecke im Gebiet des dritten Halsnerven ausgenommen) nach hinten an die Spitze des Hinterhorns. Im Gebiet des zweiten und dritten Lendennerven schwindet es gänzlich. Von unten nach oben erfolgt ein stetiges Anwachsen, und ist ein rasches Anfangswachsthum besonders auffällig. Dies hängt zusammen mit der mächtigen Entwickelung der Clarke'schen Säulen im Lendenmark. In der That können die Axencylinderfortsätze der Zellen der Clarke'schen Säulen bis in die Kleinhirn-Seitenstrangbahn verfolgt werden. Das craniale Ende der letzteren findet sich im Oberwurm des Kleinhirns.

c) Die **Vorder-Seitenstrangreste.** Die Vorderstrangreste (Grundbündel des Vorderstrangs) stellen Theile des Vorderstrangs dar, welche nach Abzug der in ihm enthaltenen Pyramidenfasern übrig bleiben. Die Seitenstrangreste sind die nach Abzug der Seitenstrang-Pyramiden- und Seitenstrang-Kleinhirnfasern übrig bleibenden Theile des Seitenstrangs. Die Vorder-Seitenstrangreste schwellen im Allgemeinen an und ab, je nachdem mehr oder weniger vordere Wurzelfasern in dem betreffenden Bezirk vom Rückenmark ausgehen. Sie scheinen Bahnen darzustellen, die im Rückenmark selbst entspringen und endigen und dazu dienen, kleinere oder grössere Abschnitte der grauen Säulen miteinander zu verbinden. Dies gilt vor Allem für die Vorderstrang-Grundbündel. Im Seitenstrang scheinen noch andere Fasern vorhanden zu sein, besonders jene, welche Flechsig als seitliche Grenzschicht der grauen Substanz bezeichnet. Im Hals- und Brustmark nämlich kommt im Winkel zwischen vorderer medialer Begrenzung der Pyramiden-Seitenstrangbahn und lateraler Grenze der grauen Substanz ein Feld besonders feiner Nervenfasern vor, welche einzeln oder in Bündelchen in nach abwärts convexen Bogen radiär in die graue Substanz einstrahlen und sich darin verlieren. Von einigen neu entdeckten Verhältnissen der Vorder-Seitenstränge wird der Abschnitt Leitungsbahnen handeln.

Hiervon abgesehen sind die Beziehungen der Vorderstrangs-Grundbündel zur grauen Substanz deutlich erkennbar. Sie beziehen nämlich Fasern aus dem Vorderhorn der entgegengesetzten Seite, durch Vermittelung der vorderen Commissur; ferner auch Fasern aus dem gleichseitigen Vorderhorn. Und was die Seitenstrangreste betrifft, so ist daran zu erinnern, dass höchst zahlreiche Fasern aus dem Vorderhorn in den Seitenstrang eintreten.

d) Die **Hinterstränge.** Im Hals- und oberen Dorsalmark lassen sich auf Querschnitten die zarten (Goll'schen) Stränge und die Keilstränge (Burdach'sche Stränge) unterscheiden.

Die Goll'schen Stränge haben einen spitzwinkelig-dreieckigen Querschnitt, dessen Spitze nach der hinteren Commissur gerichtet ist. Im Halsmark wird letztere sogar von der Spitze erreicht. Die Goll'schen Stränge sind mit Sicherheit vom Halsmark bis zur Mitte des Dorsalmarkes verfolgt, kommen aber wahrscheinlich auch weiter unten vor, wo sie (im Lendenmark) auf dem Querschnitt ein flach linsenförmiges Bündel jederseits von dem hinteren Septum darstellen. Pierret vermuthete in den zarten Strängen Längscommissurenfasern des Rückenmarkes. Nach Flechsig stellen sie ein centripetalleitendes System dar, das im Rückenmark überall Fasern aus der grauen Substanz erhält (und zwar vom

Innenrand der Hinterhörner, aus der Gegend der Clarke'schen Säulen), aber keine dahin abgibt. Aus den Hinterhörnern gelangen ferner Fasern durch Vermittelung der hinteren Commissur gegen den tiefsten Theil des Septum posticum, wo sie in Längsrichtung umbiegen, zwischen den Goll'schen Strängen weiterlaufen und diese zu verstärken scheinen.

Die Burdach'schen Keilstränge stellen (theilweise) die Grundbündel der Hinterstränge dar und werden zum Theil von hinteren Wurzelfasern gebildet (Pierret), die sich nach kürzerem oder längerem Verlauf in die graue Substanz einsenken. Ihr Querschnitt erfährt eine Zunahme in der Hals- und Lendenanschwellung.

Nach neueren Untersuchungen von Flechsig und v. Bechterew zerfallen die Burdach'schen Stränge in zwei Abschnitte, einen hinteren peripheren inneren, der von der Eintrittsstelle der hinteren Wurzeln bis zu den Goll'schen Strängen reicht, und einen vorderen, der sich längs der ganzen inneren Grenze der Hinterhörner bis zur hinteren Commissur erstreckt (Grundbündel des Hinterstrangs, radiculärer Strang).

Am frühesten entwickeln sich die Markscheiden im letzteren, hauptsächlich aus Wurzelfasern bestehenden Theil des Hinterstrangs; darauf folgt die Markscheidenbildung im peripheren hinteren Theil des Burdach'schen Stranges, endlich im Goll'schen Strang. Ieder dieser drei Theile, aus welchen der Hinterstrang hiernach besteht, kann auch gesondert erkranken (v. Bechterew).

Ueber das obere Ende der langen Bahnen des Hinterstrangs ist der Abschnitt Leitungsbahnen zu vergleichen.

3) **Die Spinalnervenwurzeln** (Fig. 206, 213).

a) Die vorderen Wurzeln. Die Bündel, welche die vorderen Wurzeln zusammensetzen, durchziehen die weisse Substanz nicht horizontal, sondern in der Weise geneigt, dass sie mit der langen Markaxe einen nach unten offenen spitzen Winkel bilden. Auf Querschnitten ist der Verlauf eines Bündels darum meist nicht vollständig zu übersehen. Nach Durchsetzung des Markmantels treten die Bündel in die graue Substanz ein, zerfallen in kleinere, pinselförmig ausstrahlende Bündel und bilden um die Ganglienzellenhaufen ein Geflecht, das sich bis über die Basis der Hintersäulen verfolgen lässt Dieses Geflecht von markhaltigen Fasern wird um so complicirter, als auch Fasern aus der vorderen und hinteren Commissur, sowie aus den Seitensträngen und hinteren Wurzeln in dasselbe eingehen (s. oben S. 327). Die Bündel der vorderen Wurzel schlagen wesentlich drei Richtungen ein: eine laterale, eine nach hinten gerichtete, und eine mediale. Aus allen diesen Zügen sind mit Sicherheit Fasern in sehr ansehnlicher Zahl bekannt, welche in Axencylinderfortsätze der Zellen des Vorderhorns der gleichen Seite übergehen. Einzelne vordere Wurzelfasern sind ferner bis zu Axencylinderfortsätzen des Seiten-, ja selbst des Hinterhorns verfolgt. Ausser diesen, in Axencylinderfortsätze der Ganglienzellen der gleichseitigen grauen Substanz verfolgten Wurzelfasern wurden noch andere Verlaufsrichtungen vermuthet. So sollen Wurzelfasern durch das Vorderhorn und die vordere Commissur hindurch in Axencylinderfortsätze von Ganglienzellen des gegenüberliegenden Vorderhorns übergehen; es sollen ferner laterale vordere Wurzelfasern, ohne mit Zellen in Verbindung zu treten, das Vorderhorn der gleichen Seite durchsetzen und in den Seitenstrang

eintreten, um in aufsteigende Längsfasern überzugehen; mediale vordere Wurzelfasern dagegen sollen ohne Zellenverbindung durch die vordere Commissur hindurch in den entgegengesetzten Vorderstrang gelangen und in aufsteigende Längsfasern desselben übergehen. Wir betrachten alle diese Bahnen für zweifelhaft, wenn auch nicht verkannt werden soll, dass der Anschein mehr oder weniger für alle genannten Möglichkeiten sprechen kann.

b) Die hinteren Nervenwurzeln. Sie schlagen nach ihrem Eintritt in den Sulcus lateralis posterior zwei Wege ein. Die lateralen Wurzelbündel dringen in das graue Hinterhorn, die medialen, ansehnlicheren, in die weissen Hinterstränge. 1) Die lateralen treten zunächst, indem sie schief nach aufwärts ziehen, in die Substantia gelatinosa Rolandi ein. An der Spitze der letzteren lösen sie sich in eine Reihe divergirender Bündel auf, von welchen die mittleren gerade vorwärts dringen, während die medialen und lateralen in concav gegen die mittleren gerichteten bogenförmigen Zügen vorwärts verlaufen. So entsteht eine Aehnlichkeit der Faserzüge mit einer Gruppe von Meridianlinien. Besonders stark tritt dies hervor in der breitköpfigen Hintersäule der Lendenanschwellung. Nach Durchbrechung der Substantia gelatinosa an der Grenze der Substantia spongiosa des Hinterhorns angelangt, verliert sich ein Theil der Fasern während seines Vordringens in dem daselbst vorhandenen Fasergewirr. Einzelne Fasern lassen sich bis in die Vorderhörner, andere zur vorderen Commissur verfolgen, von wo sie ins Vorderhorn der anderen Seite treten. Ein anderer, ansehnlicherer Theil von Faserzügen biegt in Längsrichtung um und wird auf dem Querschnitt als eine Gruppe quergetroffener Faserbündel, die vor der Substantia gelatinosa liegen, wahrgenommen (longitudinale Bündel der Hinterhörner, Kölliker). Dieses Umbiegen erfolgt sowohl nach aufwärts als nach abwärts. Der Längsverlauf ist jedoch nur ein kurzer, denn darauf lenken sie wieder in horizontale Richtung um, dringen in's Hinterhorn vor und verhalten sich wie die vorhergenannten Züge. Die ganze Anordnung scheint zum Behuf einer geeigneten Vertheilung der Wurzelfasern auf die graue Substanz getroffen zu sein. 2) Die medialen oder Hinterstrangfasern der hinteren Wurzel steigen, zu Bestandtheilen des Hinterstrangs geworden, in diesem vorzugsweise aufwärts (nach Stilling theilweise auch abwärts), lenken darauf in horizontale Richtung um und strahlen in die graue Substanz ein. Durch die Umbiegung der eingetretenen Fasern in Längsrichtung tritt eine innige Verflechtung derselben mit den bereits vorhandenen Fasern der Hinterstränge ein (Processus reticularis posterior, Schwalbe). Auf ihrem Längsverlaufe im Hinterstrang scheinen viele Bündel mehrere Nerveneintrittsstellen zu durchziehen, ehe sie sich in die graue Substanz einsenken. Ob alle ihre Fasern eine endliche Einkehr in die graue Substanz halten, oder ob eine gewisse Zahl direkt zum Gehirn aufsteigt, ist zweifelhaft. Das Eintreten in die graue Substanz erfolgt bündelweise, in der Gegend des vorderen Abschnittes der Substantia gelatinosa und vor demselben, in das Collum cornu posterioris. Durch das letztere verlaufen sie nach vorn, median- und lateralwärts. Wo Clarke'sche Säulen vorhanden sind, werden diese von den Bündeln nicht allein umsäumt, sondern es treten auch reichlich Fasern in dieselben hinein. Damit kommen wir zu der Frage nach dem Endschicksal der hinteren Wurzelfasern. Der Uebergang von hinteren Wurzelfasern in Axencylinderfortsätze von Hinterzellen ist jedenfalls nur ein

sehr beschränkter, obwohl sicher beobachteter. In den Clarke'schen Säulen endigen die eingetretenen Fasern nicht in den Axencylinderfortsätzen ihrer Zellen, sondern in dem hier vorhandenen Netzwerk der Protoplasmafortsätze. Das Gerlach'sche Nervennetz ist überhaupt diejenige Stätte, in welcher weitaus die Mehrzahl der hinteren Wurzelfasern ihr Ende findet. Ein dritter Theil von Fasern gelangt zur vorderen Commissur, ohne dass das eigentliche Ende bekannt wäre. Zweifelhaft bleibt es für hintere Commissurenfasern, ob nicht vorher eine Unterbrechung durch Nervenzellen stattgefunden hat [Laura]. Ein anderer Theil dringt in der Richtung der hinteren lateralen Nervenzellengruppe in das Vorderhorn ein, um wahrscheinlich ebenfalls in dem Gerlach'schen Netz das Ende zu finden.

Vergleichen wir die Endigungsweise der hinteren Wurzelfasern mit derjenigen der vorderen, so fällt vor Allem in die Augen, dass für die hinteren das Gerlach'sche Netz, für die vorderen die Axencylinderfortsätze von Nervenzellen der verschiedenen Hörner die Hauptendigungsweise bilden. Ein direkter Uebergang von Wurzelfasern in die weissen Stränge, sei es der gleichen, sei es der entgegengesetzten Seite, und ein direktes Aufsteigen zum Gehirn wird für Fasern von beiden Arten behauptet, ist indessen sehr unwahrscheinlich. Ebenso ist es zweifelhaft, ob motorische Wurzelfasern zur grauen Substanz der anderen Seite gelangen. Hiernach gelangen wir also zu dem Satz, die vorderen und hinteren Wurzelfasern endigen weitaus überwiegend in der gleichseitigen grauen Substanz, die ersteren direkt in Nervenzellen, die letzteren durch Vermittelung des Gerlach'schen Nervennetzes. Eine Mannigfaltigkeit von Endigungsweisen für jede Nervenwurzel zuzugeben, darf nicht ohne die dringendsten Gründe geschehen. Eine Einheitlichkeit der Endigungsweise je für die beiden Arten von Nervenwurzeln anzunehmen, liegt nicht allein von vornherein näher, sondern auch die Beobachtung spricht dafür; andererseits lässt es sich nicht läugnen, die Möglichkeit mehrfacher Endigungsweise ist offen zu lassen. Vorläufig sind also sämmtliche als zweifelhaft bezeichnete Endigungsweisen immer noch im Auge zu behalten und als ebenso viele Aufforderungen zu erneuerter Untersuchung zu betrachten. Am wenigsten kann man einverstanden sein mit jenen Angaben, welche für Theile der vorderen und hinteren Wurzeln ein direktes Aufsteigen zum Gehirn wollen. Ein solches Verhalten würde dem segmentalen Charakter des Rückenmarkes bis jetzt ohne Noth widersprechen. Die Nervenversorgung von Muskeln und Haut, um nur diese hier vorzugsweise zu betonen, erfolgt in segmentaler Anordnung, so jedoch, dass ein Uebertritt in benachbarte Segmente nicht ausgeschlossen ist. Nicht-segmentale Nerven gehören immer zu den Ausnahmen. Dass das Gehirn direkt zur Peripherie der verschiedensten Haut- und Muskelsegmente Nerven aussenden werde, können wir, so lange nicht Gegenbeweise vorliegen, als allgemein geltenden Typus nicht annehmen. Näher liegt vielmehr die direkte Nervenversorgung der einzelnen Dermato- und Myomeren durch zugehörige Neuromeren. In welcher Weise das Gehirn, als eine Gruppe dominirender Neuromeren jedes einzelne Körpersegment beherrscht, wird an späterer Stelle zu untersuchen sein; im Ganzen ist der dieser Funktion zu Grunde liegende structurelle Plan ein einfacher; er ist, um so viel schon hier zu erwähnen, durch Längscommissuren gegeben, welche sich von der grauen Substanz des Gehirns zur grauen Substanz des Rückenmarks erstrecken.

Zahlenverhältniss der Fasern der Nervenwurzeln und des Markmantels.

Man hatte in früheren Jahren, als eingehendere Untersuchungen über den Faserverlauf und Bauplan des Rückenmarks noch fehlten, annehmen zu dürfen geglaubt, dass alle Nervenwurzelfasern innerhalb der weissen Stränge des Rückenmarks nach oben zum Gehirn verliefen. Es wurden mühsame Querschnittsmessungen und Faserzählungen angestellt, welche über diese Verhältnisse entscheiden sollten. So mass Volkmann beim Pferde den Querschnitt der weissen Substanz in der Lendengegend (30. Nerv) zu 121, im obersten Halsmark aber zu 109 qmm. Die Summe der Querschnitte aller Spinalnerven bei einer Schlange (Crotalus) übertraf nach seiner Berechnung die des Halsmarkes mindestens 11 mal. Bratsch und Ranchner zeigten durch Messungen, dass eine continuirliche Zunahme der weissen Substanz des Rückenmarkes von unten nach oben nicht stattfinde, dass ihr Querschnitt in der Lendenanschwellung grösser sei als im Dorsalmark, in der Halsanschwellung grösser als im Gebiet des 2. Halsnerven, dass also in den Anschwellungen nicht nur eine Vermehrung der grauen, sondern auch der weissen Substanz stattfinde. Stilling fand den Flächeninhalt der Querschnitte aller Nervenwurzeln, wie vorher schon Kölliker, mehr als vier mal so gross, als denjenigen der weissen Substanz im oberen Theil des Rückenmarkes. Nun konnte aber eine Verschmälerung der Nervenfasern im Rückenmark stattfinden und das Ergebniss der Flächenmessung illusorisch machen. Stilling betrat daher den Weg der Zählung der Nervenfasern in den Nervenwurzeln und im Mark. Er fand, dass

die vorderen Spinalnervenwurzeln zusammen		303265 Fasern
die hinteren „	dagegen	504473 „
enthielten, was eine Summe von		807738 Fasern

ergibt. Die weisse Substanz aber hatte im Gebiet des zweiten Halsnerven nur 401694 Fasern. Soviel traten ungefähr zur Medulla oblongata, und da diese bereits ein Gehirntheil, zum „Gehirn" über. Wie viele davon Wurzelfasern seien, konnte man freilich nicht wissen, man hatte aber damit erkannt, dass jedenfalls nicht alle Wurzelfasern zum Gehirn gelangen. Beurtheilt man die Ergebnisse der Zählung im Licht unserer gegenwärtigen Erfahrungen über den Faserverlauf und den Bauplan des Rückenmarks, so sinkt ihr Werth für die Aufhellung des Faserverlaufs fast zu Nichts zusammen. Dagegen bleibt den Zahlenangaben über die Menge der in den Nervenwurzeln enthaltenen Fasern für alle Zeit eine hohe Bedeutung.

Nicht wie viele Fasern des Markmantels im Ganzen zum Gehirn übertreten, ist gegenwärtig die Frage, sondern wie viele von jeder langen und kurzen Bahn, und zu welchen Hirntheilen sie gelangen.

Stützsubstanz der weissen Stränge.

Wie die graue Substanz in ihren nervösen Theilen mit der weissen innig zusammenhängt, so verhält es sich auch mit der beiderseitigen Stützsubstanz. Die einzelnen markhaltigen Nervenfasern liegen nicht unmittelbar nebeneinander, sondern sind, wie schon erwähnt, durch kleine Zwischenräume von einander getrennt. Diese Zwischenräume werden von der Stützsubstanz eingenommen. Sie

besteht aus denselben Elementen, wie die Stützsubstanz der grauen. Da aber die Anordnung und Form der zu stützenden Theile der weissen Substanz wesentlich eine andere ist als in der grauen, so erfährt auch die Form des stützenden Gerüstes eine bedeutende Aenderung. Das stützende Element bleibt dasselbe, aber die Form des Gerüstes ist eine andere; sie kann nicht dieselbe sein wie in der grauen; sie ist vielmehr weit einfacher, da sie bloss Faserreihen zu stützen hat. Die Neuroglia des Markmantels verdichtet sich dagegen nach aussen zu einer gemeinsamen Hülle für das ganze Mark, zur sogenannten Rindenschicht des Markes, die keine Nervenelemente enthält. Die Rindenschicht ist von verschiedener Mächtigkeit an verschiedenen Stellen, wird nach aussen von der Gefässhaut des Rückenmarkes bekleidet und dringt an ihrer Innenfläche mit unzähligen grösseren und kleineren Fortsätzen in die weisse Substanz ein (Fig. 214).

Die Rindenschicht entspricht in ihrem Bau ganz den verdichteten Stellen der Neuroglia der grauen Substanz. Sie besteht aus Fasern verschiedener Stärke, aus Faserbündeln- und Netzen und dazwischen zerstreuten Glia-Zellen. An gehärteten Präparaten tritt ihre Struktur deutlicher hervor und zeigt sie sich an solchen als ein dichtes Flechtwerk von feineren und stärkeren Fasern. Letztere haben vorzugsweise längs- und querlaufende Richtung, parallel den Fibrillenbündeln der Längs- und Querfaserschicht der Pia [Frommann]. Die zwischen ihren Maschen frei liegenden Zwischenräume sind von einem Netzwerk äusserst zarter Fasern ausgefüllt. Die in dem Netzwerk zerstreuten kernhaltigen Zellen besitzen immer mehrere Ausläufer, die zum Theil breit von der Zelle abtreten und sich wiederholt in Aeste theilen. Die Zellen sind nicht überall gleichmässig vertheilt, indem Stellen mit reicherem Zellengehalt vorkommen (im Bereich der hinteren Wurzeln, Frommann). Von den inneren Lagen der Rindenschicht treten, wie gesagt, in der ganzen Ausdehnung des Markes Fasern und Faserbündel in die weisse Substanz ein, auch Längsfasern gehen in dieselbe über und laufen den Nervenfaserbündeln parallel weiter. Ausser den dünneren Strahlungen kommen auch solche vor, die durch Einstülpung der ganzen Rindenschicht gebildet werden (Stammfortsätze Frommann). Sie finden sich entlang der ganzen Oberfläche des Markes, besonders häufig im Bereich der Seitenstränge, meist in Abständen von 0,3—0,5 mm. Durch die Einziehung der Rindenschicht entstehen Furchen, in welche Gefässe und Pialfortsätze sich einsenken.

Die Rindenschicht dringt zu beiden Seiten der vorderen Längsfissur in die Tiefe und bildet insbesondere als eine von Piallamellen nur theilweise durchsetzte Platte den Hauptbestandtheil des Septum longitudinale posticum. Im Sulcus lateralis posterior erreicht die Rindenschicht die Spitze der Hintersäule und steht hier mit der Substantia gelatinosa Rolandi in unmittelbarem Substanzzusammenhang, so dass letztere als eine in das Innere vorgeschobene Platte der Rindenschicht zur Stütze der Hintersäule betrachtet werden kann [Schwalbe].

Nach den schönen Untersuchungen von Kühne und Ewald besteht das ganze Neuroglia-Gerüst der grauen und weissen Substanz aus Hornsubstanz (Neurokeratin) und haben wir demnach in den verschiedenen Abtheilungen des Rückenmarks (und ebenso des Gehirns) eine verschieden geformte Hornspongiosa vor uns, die sich vom Bindegewebe wesentlich unterscheidet.

Ueber die Stützsubstanz der Nervenwurzeln s. periphere Nerven.

Hüllen des Rückenmarks.

Es wurde bereits erwähnt, dass das Rückenmark drei häutige Hüllen besitzt. Von aussen nach innen gezählt, sind dies: 1) die harte Rückenmarkshaut, Dura mater, Pachymeninx spinalis; 2) die Spinnwebenhaut, Arachnoides; 3) die weiche Rückenmarkshaut, Gefässhaut, Pia mater. Arachnoides und Pia werden zusammen auch als Leptomeninx der Pachymeninx gegenübergestellt. Sie sind sämmtlich bindegewebiger Art, unterscheiden sich aber im Bau und Gefässgehalt sehr beträchtlich von einander. Die gleichen Hüllen kommen mit einigen Unterschieden im Bau auch dem Gehirn zu; im Gebiet des Foramen occipitale magnum geht der spinale Theil der Hüllen in den cerebralen unmittelbar über.

1) **Dura mater spinalis** (Fig. 216; Fig. 217). Die Dura mater zerfällt innerhalb des Wirbelkanals in zwei weit von einander abstehende Blätter, ein dünnes periostales Blatt zur Auskleidung des Wirbelkanals (Endorhachis), und die Dura

Fig. 216.

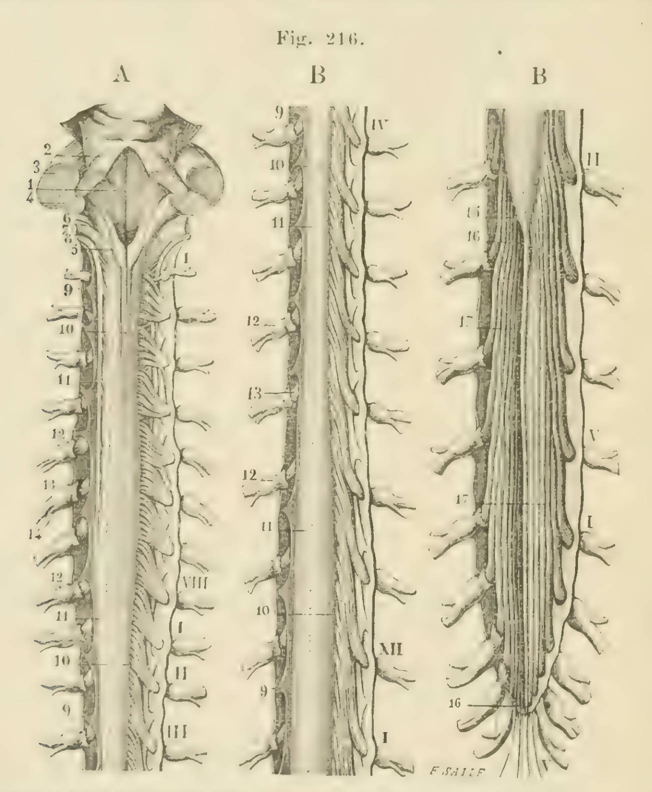


Fig. 216. Ansicht des Rückenmarks mit seinen Nervenabgängen von hinten, nach Sappey. $^{1}/_{2}$.

Der Sack der Dura mater ist durch theilweise Abtragung derselben von hinten eröffnet. Auf der linken Seite sind die hinteren Wurzeln entfernt, um das lig. denticulatum zur besseren Uebersicht seiner Anordnung freizulegen; auf der rechten Seite übersieht man den Durchtritt der Nervenwurzeln durch die Dura mater. In der linken Abtheilung bedeutet I (oben) den ersten, VIII den achten Halsnerven, I (unten) II und III die drei ersten Brustnerven; in der mittleren Abtheilung IV den vierten, XII den zwölften Brustnerven, I den ersten Lendennerven; in der rechten Abtheilung sind mit II und V die zweiten und fünften Lendennerven, mit I und V die ersten und fünften Sacralnerven bezeichnet. 1, Rautengrube des verlängerten Markes. 2, oberer Kleinhirnstiel. 3, Brückenarm, oder mittlerer Kleinhirnstiel. 4, unterer Kleinhirnstiel. 5, Clavae der funiculi graciles. 6, Glossopharyngeus. 7, Vagus. 8, Accessorius. 9, 9, 9, 9, Ansatzstellen des lig. denticulatum an der dura mater. 10, 10, 10, 10, Ursprünge der hinteren Nervenwurzeln. 11, 11, 11, 11, hintere Längsspalte. 12, 12, 12, 12, Spinalganglien. 13, 13, vordere Nervenwurzeln. 14, Rückenmarksnerven mit ihren Theiluugen in hintere und vordere Aeste. 15, Conus medullaris. 16, 16, filum terminale. 17, 17, Cauda equina.

Fig. 217.

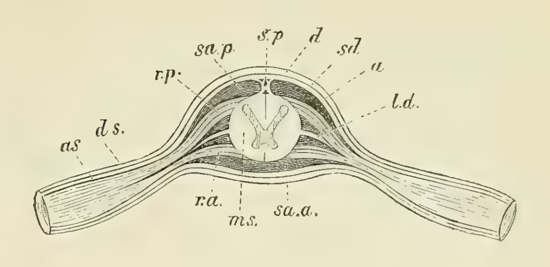


Fig. 217. Querschnitt des Rückenmarks und seiner Hüllen. Schematisch. Nach Key und Retzius.

Die Pia mater ist nicht besonders hervorgehoben, sie entspricht in ihrem Verlaufe der äusseren Grenzlinie des Rückenmarks (ms.) und verbindet sich durch das Septum posticum (s.p.) mit der Innenfläche der Arachnoides a. l.d., Ligamentum denticulatum. d, Dura mater; r.p., dorsale, r.a., ventrale Wurzel; d.s, Duralscheide, as, Arachnoidalscheide der Spinalnerven, sd, der feine Subduralraum; sa.p. und sa.a., die dorsale und ventrale Abtheilung des weiten Subarachnoidalraums.

im engeren Sinne, welche eine starke fibröse, sehnenartig glänzende Haut darstellt. Zwischen beiden Blättern befindet sich lockeres Bindegewebe, Fettgewebe, die Venenplexus des Wirbelkanals und ein diese Theile durchsetzendes ansehnliches Lückensystem, welches nach den Untersuchungen von Waldeyer und Fischer als zum Lymphgefässsystem gehörig anzusehen und durch Einstich injicirbar ist (epiduraler Lymphraum).

Die Dura spinalis bildet einen langen und weiten, aussen rauhen, innen glatten, cylindrischen Sack, der einen bedeutend weiteren Umfang besitzt, als das Rückenmark. Er ragt weit über die Spitze des Conus medullaris nach abwärts hinaus und verjüngt sich erst in der Höhe des zweiten oder dritten Sacralwirbels zu einer kegelförmigen Spitze. Eine Fortsetzung der Dura erstreckt sich ferner als Vagina terminalis mit dem Endfaden des Rückenmarks bis zum Steissbein herab, um spatelförmig in dessen Periost überzugehen (s. S. 310). Für jede den Duralsack verlassende Nervenwurzel entsendet die Dura eine scheidenartig sie umhüllende Fortsetzung, die Duralscheide der Nervenwurzel.

Mit den innerhalb gelegenen Theilen verbindet sich die Dura auf zweierlei Weise: 1) durch einzelne feine Bindegewebsfäden (subdurale Fäden) mit der Oberfläche der Arachnoides, von der sie im Uebrigen durch eine capillare Lymphspalte, den Subduralraum, getrennt ist; 2) durch zwei mächtige, symmetrisch gelegene Längsreihen von je 19—23 Zacken mit der Pia. Sie stellen jederseits das Ligamentum denticalatum s. serratum medullae spinalis dar. Dieses Zackenband ist in frontaler Ebene ausgespannt und dient als Befestigungsmittel des Rückenmarks. Es ist begreiflich, dass die Breitseiten der Zacken an der Pia, die Spitzen aber an der Dura angreifen werden, nicht umgekehrt. Die Insertion der Zacken an der Pia geschieht zudem nicht unmittelbar, sondern an einem mit der Pia verbundenen, frontal gestellten Bindegewebsstreifen, welcher entlang der Pia herabzieht und einen Bestandtheil des Ligamentum denticulatum ausmacht. Der freie Rand des Bandstreifens und der Zacken wird von derbem Bindegewebe gebildet. Zwischen dem freien Rand und der Grundlinie des Bandes ist das Gewebe lockerer und häufig siebförmig durchbrochen. Die oberste Zacke befindet sich dicht über der Durchbohrung des Duralsackes durch die Arteria vertetralis und den ersten Halsnerven. Die folgenden setzen sich im Allgemeinen jedesmal zwischen zwei Nervenaustrittsstellen an. Die letzte liegt zwischen dem letzten Dorsal- und ersten Lumbalnerven. Unterhalb der Zacken ist der Bandstreifen noch bis zum Conus medullaris zu verfolgen. Vor der vorderen Fläche des Lig. denticulatum verlaufen die vorderen, hinter der hinteren Fläche die hinteren Nervenwurzeln sowie im Halstheil die Wurzeln des N. accessorius.

Die Dura mater besteht aus dicht verflochtenen Bündeln fibrillären Bindegewebes von vorwiegendem Längsverlauf. Zwischen den verflochtenen Bündeln bleiben feine capilläre Spalträume frei, die ein Saftbahnsystem darstellen, das nach beiden Oberflächen hin Oeffnungen besitzt. Beide Oberflächen besitzen Endothel-Bekleidung. Die Blutgefässe der Dura sind spärlich und stammen aus alsbald zu erwähnenden Quellen (s. Gefässe des Rückenmarks). Die Dura besitzt auch Nerven und zwar wohl grösstentheils Gefässnerven. Ab und zu treten nach Hilbert meist zwischen zwei Nervenwurzeln feine Fäden direkt aus dem Rückenmark, welche einer Zacke des Lig. denticulatum sich anschliessend zur Dura gelangen können.

2) **Arachnoides.** Die Arachnoides ist eine zarte, gefässlose Haut, welche mit ihrer äusseren glatten, endothelbekleideten Oberfläche der Dura anliegt, während ihre innere, ebenfalls endotheltragende Oberfläche durch zahlreichere Bälkchen und Häutchen mit der Pia verbunden ist. Während der Subduralraum nur eine capillare Spalte darstellt, ist der zwischen Arachnoides und Pia spinalis befindliche Subarachnoidal-Raum, ebenfalls ein Lymphraum, um so grösser und enthält eine beträchtliche Menge Flüssigkeit.

Die im Subarachnoidalraum enthaltene Flüssigkeit, der Spinaltheil des Liquor cerebro-spinalis, steht mit der Flüssigkeit der Subarachnoidalräume des Gehirns, ausserdem mit der Ventrikelflüssigkeit des Gehirns (durch später zu betrachtende Lücken in der Deckplatte des vierten Ventrikels) in ununterbrochener Verbindung und bildet mit diesen ein Ganzes, den Liquor cerebrospinalis, dessen Menge etwa 60 Gramm beträgt.

Die Arachnoides umhüllt demgemäss das Rückenmark, wie die Dura selbst, als ein weiter, lose umgebender Sack. Der zwischen ihr und der Pia vorhandene Raum wird von dem Ligamentum denticulatum durchschritten und dadurch unvollständig in eine vordere und hintere Abtheilung geschieden. Die vordere, von den motorischen Wurzeln durchsetzte Abtheilung stellt einen continuirlichen freien Raum, den ventralen Subarachnoidalraum, dar. Die hintere, von den sensiblen Wurzeln durchsetzte Abtheilung zerfällt durch eine mediane Scheidewand, Septum posticum, mehr oder weniger vollständig in eine rechte und linke Hälfte [Key und Retzius]. Das Septum posticum besteht im oberen Halstheil nur aus einzelnen Bälkchen. Im unteren Hals- und im Dorsaltheil treten die Bälkchen zu Lamellen zusammen. Die hinteren Nervenwurzeln liegen ausserdem innerhalb feiner, siebförmig durchlöcherter Häutchen, wodurch nochmals kleinere Abtheilungen im dorsalen Subarachnoidalraum hervorgebracht werden. Um jede Zacke des Lig. denticulatum schickt die Arachnoides eine scheidenartige Fortsetzung, deren Endothel in das Endothel der Dura übergeht (Fig. 217).

Die Arachnoides spinalis besteht aus einer dünnen Lage längsverlaufender Bündel von Bindegewebsfibrillen, welche hie und da schmale Spalträume zwischen sich lassen, die von den Oberflächen-Endothelien gedeckt werden. Die von der inneren Oberfläche abgehenden Bälkchen besitzen ebenfalls Endothelscheiden.

3) **Pia mater** (Fig. 214). Die Pia schmiegt sich der Oberfläche des Rückenmarks innig an und dringt in die vorhandenen Furchen des Organs ein. Die Pia spinalis besteht aus zwei Schichten, einer äusseren und inneren. In die äussere gehen die subarachnoidalen Bälkchen und Häutchen über. Diese äussere Lage baut sich aus dicht neben einander liegenden, längsverlaufenden, von

Endothelscheiden umgebenen Bindegewebsbündeln auf und ist auf ihrer Aussenseite noch von einem dünnen endothelialen Häutchen bedeckt.

Die innere Lage, Intima Pia [Key und Retzius], ist ein durch capilläre Spalträume von der äusseren geschiedenes Bindegewebsblatt, das aus einer dünnen Schicht circulärer Fibrillenbündel besteht und auf beiden Flächen noch elastische Fasernetze trägt; aussen und innen ist sie ausserdem von Endothel überkleidet. Hie und da treten Pigmentzellen unter dem Endothel der Intima pia auf.

Die feineren Blutgefässe der Pia verlaufen zwischen beiden Blättern und dringen darauf, vom inneren Blatte mit adventitiellen Scheiden versehen, senkrecht in die Marksubstanz ein. Die Anfänge der genannten Scheiden münden mit trichterförmiger Erweiterung (Pialtrichter) in die Spalträume zwischen beiden Blättern der Pia. Die zwischen letzteren vorhandenen Spalträume stellen die Lymphräume der Pia dar. Sie und die Pialtrichter sind vom Subarachnoidalraum, natürlicherweise aber auch durch Einstich in sie selbst injicirbar. Ueber die Blutgefässe der Pia s. den nächsten Abschnitt.

Die Nerven der Pia spinalis stammen grösstentheils aus dem Sympathicus und zwar aus dem Plexus vertebralis, weiter abwärts aus den Rami communicantes. Von ihnen gelangen Fäden zur Pia und bilden in deren äusserer Schicht den schon Purkinje bekannten Plexus nervosus piae matris. Ausser den sympathischen Fäden betheiligen sich an der Bildung des Purkinje'schen Nervengeflechtes der Pia auch solche Nervenfäden, die von den sensiblen Wurzeln aus zur Pia gelangen [Remak, Kölliker, Rüdinger]. Die Bestandtheile dieses Geflechtes schliessen sich zum Theil den kleinen Arterien der Pia an, zum Theil treten sie mit den eindringenden arteriellen Aestchen in die gröberen Septa des Markes.

Gefässe des Rückenmarks.

Die Arterien des Rückenmarks sind:

1) die **Aa. spinales anteriores,** zwei Gefässe, welche von ihrem Ursprung aus den Aa. vertebrales an convergiren und am oberen Ende des Rückenmarks zu einem unpaaren Gefässe zusammenfliessen. Die A. spinalis anterior läuft nunmehr längs der Mitte der Vorderfläche des Rückenmarks, vor dem Eingang der vorderen Längsspalte in fast gleichbleibender Stärke herab bis zum Filum terminale und verliert sich auf demselben. Am Conus medullaris sendet sie nach jeder Seite einen feinen Ast, seltener zwei, welche geschlängelt und in abwärts convexem Bogen unter den vorderen Wurzeln der letzten Nerven auf die Rückseite des Markes treten und vor den hinteren Nervenwurzeln aufwärts umbiegen. In dem Winkel, welchen die hinteren Nervenwurzeln mit den Seitensträngen bilden, gelangt das Gefäss zu den Aa. spinales posteriores und bildet auf diese Weise eine bogenförmige Anastomose zwischen den vorderen und den hinteren Spinalarterien.

2) Die **Aa. spinales posteriores.** Ebenfalls zwei an Zahl und aus den Vertebrales stammend, bleiben sie unvereinigt und verbergen sich unter den hinteren Nervenwurzeln. Man muss darum letztere aufheben, um ihren Verlauf zu übersehen.

3) Die **Rami medullares** der Spinaläste aus den Art. vertebrales, intercostales, lumbales und schliesslich auch noch den Sacrales laterales. Die Rami spinales

dieser Gefässe entsenden nämlich an Stärke und Zahl wandelbare vordere, regelmässig dagegen feine hintere Zweige mit den betreffenden Nervenwurzeln zum Rückenmark und seinen Häuten und verbinden sich mit den zugehörigen Längsgefässen. Vom Rückenmark aus betrachtet erscheinen sowohl die stärkeren vorderen, als die schwächeren hinteren Rami medullares eher als Aeste der Längsgefässe, statt als Zuflüsse derselben. Ihre Bedeutung als Zuflüsse erklärt es, dass die Längsgefässe sich trotz anfänglich geringer Stärke und bedeutender Verästelung dennoch in der ganzen Länge des Markes erhalten können. Der segmentale Charakter dieser Rami medullares ist leicht ersichtlich und erscheinen die Längsgefässe ihnen gegenüber als stark ausgebildete Längsanastomosen zwischen den queren Rami medullares.

Die A. spinalis anterior entsendet während ihres Verlaufs fortwährend in horizontaler Richtung feine Zweige zur Tiefe der vorderen Längsspalte, wo sie jederseits in einer Reihe durch die vordere Commissur in die Seitenhälften des Rückenmarks eindringen. Ebenso dringen von den Aa. spinales posteriores, ferner von dem Gefässnetz der Pia mater im ganzen Umfang des Markes Aestchen in radiärer Richtung in seine Substanz ein. Ihr Verlauf ist durch das Septensystem vorgezeichnet. Von dessen Bindegewebe begleitet gelangen kleine Arterien in grosser Anzahl zur grauen Substanz. Schon innerhalb der weissen zweigen sich Aeste ab, welche sich in ein die Nervenfaserbündel umspinnendes Capillarnetz mit lang gestreckten Maschen auflösen. Weit dichter ist das Capillarnetz der grauen Substanz, wo es enge polygonale Maschen bildet.

Aus den Capillarnetzen sammelt sich das venöse Blut besonders in zwei grössere Venen, die Centralvenen des Rückenmarks (Fig. 206). Diese stehen vielfach unter sich und mit der Vena spinalis anterior in Verbindung. Sie verlaufen, von einer kleinen Arterie begleitet, in einer neben der Substantia gelatinosa centralis, etwas lateralwärts und nach hinten vom Centralkanal gelegenen Lücke, parallel der Längsaxe des Rückenmarks. Oft ist eine der Venen bedeutender, selten fehlt die eine streckenweise ganz. Am oberen und unteren Ende des Rückenmarks (in der Gegend des Conus medullaris) lösen sich beide Centralvenen durch wiederholte Theilungen in eine Reihe feinerer Aeste auf, die schliesslich in capilläre Zweige übergehen.

Ein anderer Theil der Abzugsbahnen des venösen Blutes des Rückenmarks geht radiär durch die weisse Substanz in die Venen der Pia oder in die längs der hinteren Mittellinie verlaufende Vena spinalis posterior über.

Arterielle und venöse Gefässe des Rückenmarks werden sämmtlich von faserigen Bindegewebssepten getragen, welche als eine Fortsetzung der tiefen Schichte der Pia in das Innere zu betrachten sind.

Vom Lymphgefässsystem des Rückenmarks wurde der epidurale, subdurale, subarachnoidale und interpiale Lymphraum bereits betrachtet. Was die Lymphbahnen im Innern des Rückenmarks betrifft, so begleiten dieselben die Arterien und Venen in der Form des denkbar dichtesten und ausgiebigsten Netzes um die Gefässe, d. i. in Form von vollständigen Lymphscheiden, als perivasculäre Gefässe. Sie können von der Pia aus durch Einstich leicht gefüllt werden und liegen gewissermassen innerhalb der Adventitia der Gefässe [Robin, Virchow]. Man bezeichnet sie darum auch als adventitielle Lymphwege, zum Unterschied von einem eigenthümlichen Lückensystem, welches an geschrumpften Präparaten

zwischen der Aussenwand der adventitiellen Lymphgefässe und der Substanz des Markes mit Leichtigkeit gesehen und ebenfalls durch die Injectionsspritze gefüllt werden kann. Besonders nach Boll und Frommann hat man in diesem von His zuerst injicirten und als Lymphbahn angesprochenen Gangwerk ein künstliches Erzeugniss zu erblicken.

Allein man muss hier nothwendigerweise zweierlei unterscheiden. Die epimedullaren (periadventitiellen) Räume stehen mit den adventitiellen und subarachnoidalen Räumen allerdings in keinem Zusammenhang und gehören insofern dem Lymphgefässsystem nicht an. Letzteres aber ist in seiner ganzen Ausdehnung ein secundäres Erzeugniss. Ihm zeitlich voraus geht ein anderes Lymphsystem, welches ich als Urlymphsystem bezeichnet habe, das in sehr starker Ausbildung vor jeder Gefässbildung und zur Zeit der ersten Gefässbildung angetroffen wird. Dieses protolymphatische System, in welchem Saftströmungen entschieden vorkommen, bedarf nicht der Bindesubstanz, um zu bestehen, es bedarf keiner bindegewebigen Wände, wie das deutolymphatische System, denn es ist schon vor der Bindesubstanz-Differenzirung vorhanden. Der erste Anfang des protolymphatischen Systems wird durch das Auftreten der Furchungshöhle gesetzt. Ihm gehören in der darauffolgenden Zeit alle Spalten an, die zwischen dem Ekto- und Entoblasten, sowie zwischen diesen und dem Mesoblasten vorhanden sind. Zu diesem System gehören hienach die Spalten, serumerfüllten Räume zwischen der Medullarplatte nebst dem Hornblatt und dem Mesoblasten, zwischen diesen und dem Entoblasten, sowie die zwischen dem splanchnischen und somatischen Mesoblasten gelegene Spalte, die primitive Leibes- und die Blastodermhöhle. Kommt nun das Gefässblatt, kommen die Bindesubstanzen im Körper zur Ausbreitung, woher immer sie stammen mögen, so dringen dieselben zunächst in die Spalten des Urlymphsystems vor. Das secundäre Lymphsystem entwickelt seine Kanäle darauf innerhalb der Bindesubstanz und ist von dem primären dadurch abgeschlossen. Aber das primäre lebt noch fort, sei es in ursprünglicher Weise, wie im Bereich der Leibeshöhle, oder zwischen der Bindesubstanz und der Medullarplatte, oder zwischen der Bindesubstanz und einem anderen Theil des Mesoblasten; oder zwischen der Bindesubstanz und Abkömmlingen des Entoblasten. So würden in den epimedullaren (epicerebralen, periadventitiellen) Räumen Reste des Urlymphsystems vorliegen, die für die Saftströmung immer noch eine Bedeutung besitzen können. Ein Blick auf die im entwicklungsgeschichtlichen Abschnitt enthaltenen Figuren, insbesondere auf die erste und zweite derselben zeigt das Urlymphsystem sehr deutlich und ist in Bezug hierauf das dort Angegebene zu vergleichen.

III. Das Gehirn.

Form, Lage, Eintheilung.

Das Gehirn ruht, von denselben drei Häuten umgeben, die das Rückenmark bekleiden, innerhalb der Schädelkapsel, und besitzt im Allgemeinen die Gestalt der Schädelhöhle. Das wachsende Gehirn beeinflusst die Form der umgebenden Organe, unter letzteren auch die der Schädelkapsel, empfängt aber auch seinerseits Einflüsse, die von der Umgebung ausgehen und auf seine Form zurückwirken.

Fig. 218.

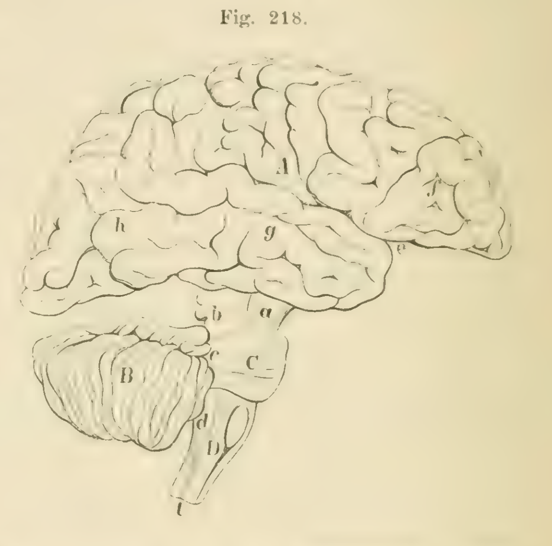


Fig 218. Schematische Darstellung des Gehirns, von der rechten Seite aus gesehen. 1/3.

A, Grosshirn. B, Kleinhirn C, Brücke (Pons). D, Medulla oblongata. a, Grosshirnschenkel. b, Vierhügel. c, Brückenschenkel des Kleinhirns. d, hintere Kleinhirnschenkel. e, fissura Sylvii. f, Stirnlappen. g, Schläfenlappen. h, Hinterhauptslappen

Die Ausfüllung der Schädelhöhle durch das Gehirn ist eine weit vollständigere, als die des Wirbelkanals durch das Rückenmark. Nur an gewissen Stellen sind die Spalträume zwischen den beiden inneren Gehirnhäuten von ansehnlicher Tiefe, an den meisten Stellen dagegen klein oder nur kapillar. Im Ganzen liegt daher das Gehirn der Innenwand des Schädels so nahe an, dass zahlreiche Besonderheiten der Hirnoberfläche sich an ihr ausprägen, dass ein Ausguss der Schädelhöhle die Gehirnform nur um ein Kleines vergrössert wiedergibt, und dass also von einem vorliegenden Schädel auf die Form des zugehörigen Gehirns zurückgeschlossen werden kann. So ist man in den Stand gesetzt, bis zu einem gewissen Grade Gehirne miteinander vergleichen zu können, die gar nicht mehr vorhanden sind, längst vergangene mit gegenwärtigen, gegenwärtige untereinander, ohne dass man sie besitzt. Dies gilt nicht allein vom Gehirn des Menschen, sondern auch von zahlreichen Gliedern der Thierwelt, und haben sich auf Grund dieser Thatsache wichtige Verhältnisse auf paläontologischem Gebiete feststellen lassen. Andererseits ist daran zu erinnern, dass die Anlagerung des Gehirns an die Schädelwand, die im Verhältniss zur Wirbelsäule schwache Stärke der ersteren, sowie ihre geringe Bedeckung von Weichtheilen weit leichter eine Gefährdung des Gehirns durch äussere Einwirkungen bedingen, als es bei dem Rückenmark der Fall ist.

Entsprechend den Varietäten des Schädels nähert sich das menschliche Gehirn bald mehr der Kugelgestalt, bald mehr dem langgestreckten Ellipsoid.

In beiden Fällen ist seine Grund- oder ventrale Fläche abgeplattet und zugleich der Schädelbasis angepasst, wie ja selbst das Rückenmark uns eine abgeplattete Vorderfläche, welcher die Grundfläche des Gehirns entspricht, gezeigt hat. Die dorsale Fläche ist an beiden Organen gewölbt. Der sagittale Durchmesser (die Länge) des Gehirns wird zu 160—170 mm, der grösste transversale zu 140, der grösste vertikale zu 125 mm angegeben. Die grösste gemessene Länge betrug 203, die geringste 148 mm. Das weibliche Gehirn ist durchschnittlich etwas kürzer (150—160 mm), während die übrigen Ausdehnungen keine merklichen Verschiedenheiten haben erkennen lassen.

Eintheilung. Nach den augenfälligsten Merkmalen der äusseren Gestalt pflegte man früher zu unterscheiden:

1) Das verlängerte Mark, *Medulla oblongata* (Fig. 218 D).
2) Das Kleinhirn, *Cerebellum* (Fig. 218 B).
3) Das Grosshirn, *Cerebrum* (Fig. 218 A).

Diese Eintheilung hat sich als ungenügend herausgestellt. Weit leichter gelingt es, in dem verwickelten Bau des Gehirns heimisch zu werden, wenn nicht diese, sondern eine andere, auf die Entwicklungsgeschichte des Gehirns gegründete Eintheilung vorgenommen wird. Nicht nur der Erleichterung, sondern auch der gesammten Auffassung wegen ist der entwicklungsgeschichtlichen Eintheilung der Vorzug zu geben.

Entsprechend den drei primitiven Gehirnbläschen des Kopftheils des Medullarrohrs zerfällt das Gehirn, welches in seiner Gesammtheit aus jenen drei Bläschen hervorgeht, in ein Vorderhirn (Fig. 218 A), ein Mittelhirn (ab) und ein Hinterhirn (B, C, D). Von diesen drei Abtheilungen, die innig miteinander zusammenhängen, gliedert sich die vordere und hintere, ebenfalls auf Grund embryonaler Wachsthumsvorgänge, je in zwei neue Unterabtheilungen, so dass im Ganzen fünf Theile vorliegen. Das Vorderhirn wird nämlich zerlegt in das Grosshirn und Zwischenhirn, das Hinterhirn in das Hinterhirn im engeren Sinne (C D, secundäres Hinterhirn) und das Nachhirn (Medulla oblongata) (D). Das Kleinhirn ist in dieser entwicklungsgeschichtlichen Eintheilung nur ein Abschnitt (B) des secundären Hinterhirns. Jede dieser Abtheilungen besteht in besonderer Weise aus grauer und weisser Substanz; jede ist ferner von einem besonders gestalteten Hohlraum oder Kanal durchsetzt, der Fortsetzung des Centralkanals des Rückenmarks, den Umbildungen des Centralkanals des ursprünglichen Cerebralrohrs. Von dem Nachhirn ist übrigens gleich hier zu erwähnen, dass es kaum angelegt, sofort durch eine Reihe querer Einschnürungen in mehrere neue Segmente (Neuromeren) zerlegt wird, deren bei Säugethieren, Vögeln und Fischen 4–5 gezählt werden können.

Reichert unterschied das Hirngebiet vom Zwischenhirn bis zum Nachhirn (einschliesslich) als Hirnstock, *Truncus encephali*, dem das Grosshirn mit seinen beiden Hemisphären sich als besonderer Theil anfügt. Statt Hirnstock wurde vielfach auch der Name Hirnstamm und Stammhirn, *Caudex cerebri*, gebraucht.

Die zwischen Medulla oblongata und Kleinhirn von hinten unten eindringende Spalte (Fig. 218 zwischen B u. D) besitzt den Namen Fissura cerebri transversa posterior, hintere Hirnspalte, hintere Manteltasche, Marsupium posterius; die zwischen dem Grosshirn einerseits, dem Kleinhirn und Mittelhirn an-

dererseits eindringende Spalte hingegen heisst Fissura cerebri transversa anterior, vordere Hirnspalte, vordere Manteltasche, Marsupium cerebri anterius, in Fig. 218 zwischen h u. B künstlich erweitert dargestellt. In letztere Spalte dringt ein Fortsatz der Dura mater ein, das Hirnzelt, Tentorium, welches den hinteren Abschnitt des Grosshirns trägt und dadurch das Kleinhirn vor dem Druck jenes Abschnittes bewahrt.

Gewicht, Volumen, Wassergehalt, Oberfläche.

Das specifische Gewicht der grauen Substanz ist 1,02927—1,03851, das der weissen 1,03902—1,04334, das des gesammten Grosshirns 1,03519—1,04154. Nach einer auf diese Zahlen gegründeten Berechnung von Danilewsky macht die graue Substanz 37,7—39,0 Procent, die weisse 61,0—62,3 Procent des Grosshirngewichts aus. 6 Procent davon entfallen dann etwa auf die Grosshirnganglien, 33 auf die Rinde. Wird die mittlere Dicke der Grosshirnrinde zu 2,5 mm angenommen, so lässt sich, wenn das Grosshirngewicht bekannt ist, die Oberfläche des Gehirns ausrechnen. Sie betrug in einem Falle 1588, in einem anderen 1692 qcm.

Zur Ausmittelung der Gewichtsverhältnisse, in welchen graue und weisse Substanz das Gehirn zusammensetzen, benutzte Forster die Thatsache, dass die grauen Theile des Nervensystems einen anderen (weit höheren) Wassergehalt besitzen als die weissen. Findet man a als den Procenttrockenhalt der reinen grauen, b als den der reinen weissen Substanz, c dagegen als die procentische Trockenmenge des ganzen Gehirns zusammen, oder eines beliebigen zu untersuchenden Gehirntheils, so kann x-Menge der grauen und y-Menge der weissen Substanz als Bruchtheil der Einheit des Gehirns aus den Gleichungen $x + y = 1$ und $ax + by = c$ berechnet werden. Aus den absoluten Hirngewichten wird sodann die absolute Menge beider Substanzen in den untersuchten Gehirnen erhalten.

Von fünf Gehirnen Erwachsener enthielten 100 Gewichtstheile

	graue Substanz	weisse Substanz
1)	64.7	35.3
2)	53.7	46.3
3)	59.4	40.6
4)	61.0	39.0
5)	56.5	43.5

oder in absoluten Werthen:

	1 (1401 g)	2 (1368 g)	3 (1154 g)	4 (1300 g)	5 (1195 g)
Wasser	1103.7	1068.3	911.1	1032.2	967.1
feste Theile	297.4	299.7	242.9	267.8	227.9
graue Substanz	906.4	734.6	685.5	793.0	675.2
weisse Substanz	494.6	633.4	468.5	507.0	519.8.

Gehirn 1 und 2 stammen von Männern, die übrigen von Frauen. Die absolute und relative Menge der grauen Substanz kann hiernach sehr ansehnlich, aber auch trotz des annähernd gleichen Wassergehaltes bei verschiedenen Gehirnen über Erwarten ungleich sein. Ein für das Geschlecht charakteristischer Unterschied in der Vertheilung der grauen und weissen Substanz, deren absolute

Mengen beim Manne grösser sind als beim Weibe, ist beim ganzen Gehirne nicht wahrzunehmen.

Vergleicht man Danilewsky's oben erwähnte mit der Benützung der Verschiedenheiten des specifischen Gewichtes erzielten Ergebnisse, so erhielt der letztere für die graue Substanz weit niedrigere Procentzahlen.

Directe Messungen der Grosshirnoberfläche rühren von R. und H. Wagner her. Sie bedeckten die freie Oberfläche des Grosshirns mit Blättchen von Goldschaum, massen die Länge und Tiefe aller Furchen und fanden die gesuchte Oberfläche zu 1876,72 bis 2195,88 qcm. Der Stirnlappen besass die grösste, der Hinterhauptslappen die kleinste Oberfläche.

Der Wassergehalt nimmt nach Weisbach von der Geburt bis zum 20. Jahre ab, darauf wieder zu und ist beim männlichen Geschlecht grösser als beim weiblichen. Er beträgt beim Erwachsenen durchschnittlich 79 Procent des Hirngewichts. Die graue Substanz hat einen Wassergehalt von nahezu 85, die weisse von 70 Procent. Messungen des gesammten Hirnvolums ergaben einen Durchschnittswerth von 1330 ccm.

Das Gewicht des ganzen Gehirns sowie einzelner Theile desselben ist der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Von 516 Hirngewichten von Männern über 21 Jahre fallen mehr als zwei Drittel auf die Zahlen 1190—1530, die meisten dieser wieder zwischen 1275 und 1475. Als mittleres Gewicht für das Gehirn des erwachsenen Mannes ergibt sich in runder Summe 1375 Gramm; das mittlere Gewicht des weiblichen Gehirnes ist 1245 Gramm. Die kleinsten bisher beobachteten Gehirne gehören dem weiblichen Geschlecht, die grössten dem männlichen an. Als Minimalgewicht des weiblichen Gehirns fand man 800, des männlichen 960 Gramm. Das Maximalgewicht ist etwas unsicher; es werden Gehirngewichte von 1807, 1861, selbst von 2233 Gramm angegeben. Einige pathologische Fälle lieferten Gewichte bis 1911 Gramm; häufiger sind pathologische Fälle, welche unter das angegebene Minimum herabsinken. Als Maximalgewicht für das normale männliche Gehirn sind immerhin die Zahlen 1800, für das weibliche Gehirn 1600 Gramm festzuhalten. Es versteht sich dabei von selbst, dass zahlreiche weibliche Gehirne absolut viele männliche an Gewicht übertreffen können.

Vom wesentlichsten Einfluss auf das Hirngewicht ist leicht begreiflicherweise das Alter der untersuchten Individuen. Nach den Wägungen von R. Boyd erfolgt ein rasches Anwachsen des mittleren Hirngewichts bis zum 7. Lebensjahre. Langsam zunehmend erreicht das Hirngewicht gegen Ende des 20. Jahres in beiden Geschlechtern die für den Erwachsenen oben erwähnten Mittelzahlen. In der Zeit vom 20.—50. Jahre pflegt das Gewicht alsdann stationär zu bleiben. Von hier an tritt ein langsames Fallen ein, dessen Mittel im hohen Alter auf 1285 Gramm beim Manne, 1130 beim Weibe zurückgeht. Nach Weisbach's Wägungen ist das Hirngewicht am grössten zwischen dem 20. und 30. Lebensjahre; von hier an erfolgt ein langsames, nach dem 50. Jahre ein rasches Abnehmen.

Nach Merkel's Untersuchungen über das postembryonale Wachsthum des Schädels theilt sich die postembryonale Schädelentwicklung in zwei ganz von einander getrennte Wachsthumsperioden, deren erste von der Geburt bis etwa zum 7. Lebensjahre reicht. Nun folgt ein völliger Stillstand aller Theile bis

zum Eintritt der Pubertät. Mit diesem Zeitpunkt tritt die zweite Wachsthumsperiode ein, welche bis zur vollkommenen Ausbildung des Schädels dauert. Die erste Periode zerfällt in drei Phasen: die erste reicht von der Geburt bis zum Schluss des 1. Lebensjahres. Das Wachsthum ist gleichmässig, nur das Hinterhaupt wölbt sich stärker. In der zweiten Phase wölbt sich besonders die Hinterhaupt- und Scheitelgegend; zugleich tritt eine allgemeine Verbreiterung ein. In der dritten Phase macht sich besonders eine Verlängerung der Schädelbasis bemerklich. Die zweite, mit der Pubertät beginnende Periode bringt eine Verlängerung der Gesichtsbasis, an welche sich eine kräftige Entwicklung des Stirnbeins anschliesst. Schon die Gehirngewichte Neugeborener zeigen eine deutliche Geschlechtsdifferenz [Rüdinger].

Bemerkenswerth ist ferner der Einfluss der Cultur. Die individuellen Verschiedenheiten des Hirngewichtes sind bei cultivirten Nationen grösser als bei uncultivirten. Von hoher Culturstufe herabgesunkene Völker zeigen eine etwas geringere Schädelcapacität, als zur Zeit ihrer Culturblüthe [E. Schmidt], nach Messungen von Schädeln der Altägypter und solchen der gegenwärtigen Bevölkerung. Die Landbevölkerung hat ein etwas geringeres Hirngewicht, als die Stadtbevölkerung [Joh. Ranke]. Es ist ferner wahrscheinlich gemacht worden, dass bei Culturvölkern im Lauf der Zeiten die Masse des Gehirnes um einen gewissen Betrag zugenommen hat (Broca, nach Messungen verschiedener Generationen der Pariser Bevölkerung aus verschiedenen Jahrhunderten).

Der Einfluss der Schädelform auf das Hirngewicht spricht sich darin aus, dass bei dolichocephalen prognathen, d. i. bei langköpfigen, mit vorspringenden Kiefern versehenen Völkerschaften, aber auch bei dolichocephalen Völkerschaften ohne vorspringende Kiefer das mittlere Hirngewicht ein geringeres ist, als bei breitköpfigen Völkerschaften. Damit kommen wir zugleich auf den Einfluss der Rasse. Es sind bisher weniger Wägungen ausgeführt, als Berechnungen aus dem Rauminhalt der Schädelhöhle. Zu annähernden Bestimmungen eignet sich selbst Welcker's Methode, aus dem Horizontalumfang des Schädels das zugehörige Hirngewicht zu berechnen. Die kaukasische Rasse hat nach Davis ein mittleres Hirngewicht von 1335 Gramm (1367 für den Mann, 1204 für das Weib). Das Gehirn der Hindus ergab nur 1253 für den Mann, 1133 für das Weib. Zur Beurtheilung dieser Zahlen ist zu beachten, das Körpergrösse und Körpergewicht das Hirngewicht beeinflussen. Ein hohes Hirngewicht bei kleiner Statur zeigen die Chinesen (1332 Gramm) Dann folgen die Sandwich-Insulaner (Kanakas) mit 1303, die Malayen (besonders Javaner) mit 1266, die amerikanischen Rassen (fast sämmtlich Indianer) mit 1266, die Neger mit 1244, die Australneger und Tasmanier mit 1185 Gramm.

Bei allen Völkern ist das mittlere Hirngewicht (wie die Körpergrösse und das Gewicht) der Weiber etwas geringer; die Differenz steigt mit dem Grade der Civilisation. Die geringsten Geschlechtsdifferenzen im Hirngewicht zeigen nach Davis die Neger und Australneger. Bei der Pariser Bevölkerung beträgt der Unterschied nach Le Bon 222 Gramm; für die deutsche beträgt er 130 Gramm.

Auch innerhalb der europäischen Völker sind erhebliche Unterschiede im Hirngewicht vorhanden. Schon Huschke gab an, dass die Engländer mit 1435 Gramm und die Deutschen mit 1416 Gramm das zu 1323 Gramm angegebene mittlere Hirngewicht der Franzosen übertreffen. Aehnliche Angaben

machte R. Wagner. Nach Weisbach stehen die Deutschösterreicher mit 1314,5 Gramm den Czechen mit 1368,31 Gramm, überhaupt den Slaven nach, ebenso den Magyaren (mit 1322,86 Gramm). Die Italiener zeigten ein mittleres Hirngewicht von 1301,37 Gramm. Nach Davis besitzen die Deutschen 1425, die Engländer 1346, die Franzosen 1280 Gramm mittleres Hirngewicht. Germanische und slavische Völker scheinen hiernach ein grösseres mittleres Hirngewicht zu besitzen, als die romanischen. Den Einfluss der Körpergrösse und des Körpergewichtes muss man dabei immer im Auge behalten. Nach Bischoff's neuerer Zusammenstellung scheint das mittlere Hirngewicht bei cultivirten Nationen so ziemlich dasselbe zu sein: 1350—1360 Gramm bei Männern, 1220—1225 Gramm bei Weibern.

Ueberblickt man eine grosse Reihe von Beobachtungen, so lässt sich nicht verkennen, dass das Körpergewicht einen Einfluss in der Art ausübt, dass bei schwereren Personen im Allgemeinen auch ein etwas schwereres Gehirn vorausgesetzt werden kann. Andererseits lässt sich behaupten, dass Körper- und Hirngewicht relativ in einem umgekehrten Verhältniss stehen, d. h. dass leichtere Individuen ein relativ schwereres Gehirn besitzen als schwerere und umgekehrt. Das relative Hirngewicht ist daher auch bei Weibern etwas günstiger gestellt als bei Männern, bei jenen etwa $^1/_{45}$, bei diesen $^1/_{46}$ des Körpergewichtes [Bischoff]. Man kann aus dem erfahrungsgemäss ermittelten Procentsatz zwischen Körper- und Hirngewicht das letztere einigermassen berechnen.

Ganz ähnlich verhält es sich mit der Körpergrösse. Bei jeder Körpergrösse erwachsener männlicher und weiblicher Personen kommen die verschiedensten Hirngewichte vor; grosse Individuen haben oft leichte, kleine schwere Gehirne. Bei einem Ueberblick über eine grössere Zahl von Beobachtungen ergibt sich jedoch, dass mit Zunahme der Körpergrösse auch eine Zunahme des Hirngewichtes verbunden ist [Bischoff]. Nach demselben Forscher besteht ausserdem das Gesetz, dass Körpergrösse und Körpergewicht in einem relativ umgekehrten Verhältniss stehen, d. h. dass kleinere Personen ein relativ schwereres Gehirn besitzen als grosse. Es scheint naheliegend und leicht verständlich, dass ein schwererer und grösserer Körper auch ein schwereres und grösseres Gehirn besitzen werde, und die vergleichende Anatomie der Thiere bewahrheitet diese Voraussetzung in der That im Allgemeinen durchaus. Dennoch gilt dies nicht überall als einfaches Gesetz, sondern schon bei den Thieren tritt ein ausserordentlich verschiedenes relatives Hirngewicht auf und bei dem Menschen ist der Einfluss des Körpergewichtes und der Körpergrösse auf das Gehirngewicht sogar schwer nachzuweisen. Der Schlüssel zu diesem scheinbaren Widerspruch ist einmal darin zu finden, dass der Anspruch an die somatischen Functionen des Gehirns nicht überall in geradem Verhältniss zur Körpermasse steht, sondern relativ sogar um so grösser ist, je geringer die Masse [A. Brand], und zweitens darin, dass das Gehirn nicht nur Centralorgan für die körperlichen Functionen des Organismus ist, sondern auch für die psychischen. Sind bei zwei Personen die somatischen Anforderungen an das Gehirn als gleich vorauszusetzen, ihre Hirngewichte aber ansehnlich verschieden, so ist anzunehmen, dass diese Verschiedenheit sich auf die verschiedene psychische Befähigung bezieht. Sind letztere als gleich anzunehmen, die Gehirngewichte aber sehr verschieden, so kann sich dieser Unterschied durch die verschiedenen so-

matischen Leistungen erklärt finden. Gleichheit der somatischen und psychischen Functionen und sehr verschiedenes Hirngewicht bei Erwachsenen der gleichen Rasse, des gleichen Geschlechtes und Alters ist dagegen nicht zu erwarten. Was die somatischen Functionen betrifft, so gibt hiefür Bischoff ein sehr anschauliches Beispiel. Wir sehen, dass grosse und kleine Hunde ungefähr einen gleichen Grad von Intelligenz besitzen, obgleich ihre Gehirne sehr verschieden gross sind. Wir dürfen behaupten, dies erkläre sich dadurch, dass eben bei ihrer verschiedenen Körpergrösse der somatische Anspruch an ihre Gehirne ein sehr verschiedener ist. Thiere mit gleichem oder ähnlichem Körpergewicht als der Mensch haben doch ein viel leichteres Gehirn, als dieser. Sein so viel schwereres Gehirn ist auf sein psychisches Uebergewicht zu beziehen. Haben einzelne kleine Thiere ein relativ schwereres Gehirn als der Mensch, so rührt dies daher, dass bei ihnen der somatische Anspruch an das Gehirn relativ grösser ist. Bedeutende Unterschiede im Hirngewicht verschiedener Menschen sind vorzugsweise auf Unterschiede der psychischen Anlagen zu beziehen. Je grösser im Thierreich das Gehirn im Verhältniss zum Rückenmark ist, um so mehr müssen wir dasselbe als Organ der Seelenthätigkeit auffassen. Und umgekehrt, je stärker und dicker das Rückenmark im Vergleich zum Gehirn ist, um so grösser wird die Rolle des letzteren nur als somatisches Centralorgan und um so geringer als Seelenorgan sein. Bei keinem Thiere besteht ein solches Verhältniss zwischen Rückenmark und Gehirn wie bei dem Menschen [Bischoff]. Dasselbe gilt auch von der geringen Stärke der Hirnnerven bei dem Menschen [Sömmerring].

Hiermit sind wir zugleich in die Betrachtung des Einflusses der Intelligenz auf das Hirngewicht eingetreten.

Nach einer Zusammenstellung von R. Wagner betrug das Hirngewicht von

	Alter			
Cuvier (Anatom)	63	Jahre	1861	Gramm
Byron (Dichter)	36	„	1807	„
Dirichlet (Mathematiker)	54	„	1520	„
Fuchs (Mediciner)	52	„	1499	„
Gauss (Mathematiker)	78	„	1492	„
Dupuytren (Chirurg)	58	„	1437	„
Hermann (Philologe)	51	„	1358	„
Hausmann (Mineraloge)	77	„	1226	„

Aus der Schädelcapacität berechnete H. Welcker das Hirngewicht mehrerer anderer berühmter Männer. Hiernach betrug das Hirngewicht von Schiller 1580, von Dante 1420 Gramm.

Nach einer Messung von Kupffer betrug die Schädelcapacität von Kant gegen 1800 kcm, woraus sich ein Hirngewicht von etwa 1600 Gramm ergibt.

Ferner veröffentlichte Bischoff mehrere hierher gehörige Beobachtungen. So betrug das Hirngewicht von

Hermann (Nationalökomon)	73	Jahre	1590	Gramm
Pfeufer (Mediciner)	60	„	1488	„
Ch. H. E. Bischoff (Mediciner)	79	„	1452	„
Melchior Meyr (Dichter)	61	„	1415	„
J. Huber (Philosoph)	49	„	1409	„

Fallmerayer (Historiker)	74 Jahre	1349 Gramm
J. v. Liebig (Chemiker)	70 „	1352 „
Fr. Tiedemann (Physiolog)	79 „	1254 „
E. Harless (Physiolog)	40 „	1238 „
Ignaz Döllinger (Physiolog)	71 „	1207 „

Es möge gestattet sein, an dieser Stelle der von ihm selbst veröffentlichten Beobachtung eines Anatomen zu gedenken, nach welcher die Hutlieferanten kleiner Universitätsstädte die weiten Nummern ihrer Hutserien immer zuerst ausverkauft haben.

Die Mehrzahl der zuvor erwähnten Gehirne erhebt sich mehr oder weniger stark über das oben erwähnte Mittel (1375); einige bleiben unter ihm, wie es denn überhaupt feststeht, dass auch bei sehr intelligenten Leuten nicht allzu selten verhältnissmässig niedrige Hirngewichte vorkommen. Ausser dem Alter, welches in der obigen Tabelle Berücksichtigung gefunden hat, würde für die genauere Beurtheilung der einzelnen Fälle auch das Körpergewicht und die Körpergrösse Beachtung zu finden haben.

Im Allgemeinen aber glaubt Bischoff sich mit Bestimmtheit für die auch im Volke sehr weit verbreitete Ansicht aussprechen zu dürfen, dass bei dem Menschen ein einigermassen bedeutend schwereres Gehirn zu bedeutenderen psychischen Leistungen befähigt, als ein leichteres. Ein auffallend unter dem Mittelgewicht stehendes, windungsarmes Gehirn wird keine bedeutenderen geistigen Leistungen erwarten lassen. Ungewöhnliches wird es nicht hervorbringen. Ein schweres und windungsreiches Gehirn wird nicht nothwendig während des Lebens bedeutende geistige Leistungen offenbaren, denn seine Anlagen können unentwickelt bleiben. (S. auch den Abschnitt „Ursachen der Hirnwindungen".)

Gewicht einzelner Hirntheile.

Das Gehirn ist ein aus fünf hintereinander liegenden Abtheilungen von sehr verschiedener Grösse bestehender Körper, von welchen jede einzelne besonders gebaut ist und auch wieder besonders gebaute Unterabtheilungen enthält, obwohl sie sämmtlich im Allgemeinen aus Nervenzellen und Nervenfasern bestehen. Aber wie reich und mannigfaltig sind die einzelnen Structuren alle, die mit Verwendung dieser wenigen und einfachen, oder vielmehr einfach scheinenden Materialien aufgebaut sind! Es gilt aber nicht allein mehrere Abschnitte am Gehirn zu unterscheiden und jeden Abschnitt wieder in seine Unterabtheilungen zu zerlegen, sondern auch zu bedenken, dass die einzelnen Abtheilungen mit ausserordentlich verschiedenen Funktionen betraut sind. Hieraus wird klar, dass eine Wägung des Gesammthirns doch nur einen sehr unvollkommenen und unsicheren Ausdruck, nur einen sehr beiläufigen Massstab für die Leistungsfähigkeit des Gehirns in den höheren psychologischen Funktionen zu gewähren vermag. Die verschiedenen Abtheilungen müssen durchaus nicht miteinander gleichmässig an Grösse und Gewicht zu- oder abnehmen, sondern es kann auch eine Abtheilung vergrössert sein auf Kosten einer anderen. Am meisten Aussicht auf Gewährung eines richtigeren Ausdrucks würde gegeben sein mit der Wägung derjenigen Hirntheile, an welche die höheren psychischen Funktionen vor Allem gebunden sind, mit der Wägung der grauen Substanz des Grosshirns. Aber

auch hier würde wieder mit Auswahl zu verfahren sein, da keineswegs alle Gebiete der grauen Substanz der Grosshirn-Hemisphären einander gleichwerthig oder proportional gross sind und sein müssen. Die einzelnen Territorien der Grosshirnrinde sind, wie wir wissen, in ihren Funktionen sehr ungleich. Aber auch nicht allein das Gewicht dieser grauen Massen kann entscheidend sein, sondern es ist klar, dass der feinere Bau und dass auch chemische Verhältnisse doch sehr wesentlich mit in Betracht kommen, und dass bedeutende individuelle Verschiedenheiten sich in denselben ausprägen können. Eine Thurmuhr, wie ein grober Vergleich lautet, muss nicht nothwendigerweise besser gehen, als eine Taschenuhr. Und so lässt es sich auch sehr wohl begreifen, dass das gesammte Hirngewicht bedeutender Talente verhältnissmässig ein niedriges war und um das Durchschnittsmittel schwankte.

Aber auch die Kehrseite ist zu beachten. Es wird uns schwerlich einfallen können, mit Jenen übereinzustimmen, welche der Ansicht sind, dass eine Ameise oder ein Orang sehr wohl dazu befähigt seien, im stillen Walde Kubikwurzeln auszuziehen und über kosmogonische Probleme nachzudenken. Die Anhänger dieser Meinung, die nicht allzu selten sind, geben als Grund für dieselbe an, dass Niemand wissen könne, was jene Thiere denken. Dieser Grund erinnert lebhaft an die Satire eines unserer Dichter, welche den Affen, entsprechend dem Glauben der Eingeborenen nachsagt, dass sie sehr wohl reden könnten, wenn sie wollten, aber dass sie zu klug seien, es zu zeigen. Denn wenn die Menschen in Erfahrung bringen würden, dass die Affen reden und Alles ebenso gut besorgen könnten wie die Menschen, so würden sie gezwungen werden, eben so viel zu arbeiten als die Menschen; was den Affen aber nicht behage.

Es könnte ferner mit Recht auffallen, wie es kommt, dass trotz einer starken, seit Jahrtausenden dauernden Auslese, welche das Schlechtere und Schwächere dem Untergange anheimfallen lässt zu Gunsten des besser Ausgerüsteten, und diesem zum Siege verhilft, anscheinend dennoch so viele dürftig ausgestattete Gehirne das Licht der Welt erblicken und sich des Lichtes der Welt erfreuen. Man sollte ja erwarten, es müsse endlich einmal die Zeit kommen, in welcher lauter vorzüglich ausgestattete Eltern ebensolche Kinder in das Dasein rufen, und die Menschheit einzig aus bevorzugten Wesen bestehen werde. Denkt man über die Gründe nach, woher die so auffallende und schwerwiegende Thatsache rühren möge, dass das Gegentheil der Fall ist, so lassen sich mehrere erklärende Umstände namhaft machen. Sie sind darin enthalten, dass 1) offenbar für die Natur selbst es eine ungeheure Aufgabe ist, ein so wunderbares Gebilde wie das menschliche Gehirn in grosser Vollkommenheit allzu häufig hervorzubringen; 2) dass viele vorzüglich ausgestattete Köpfe erfahrungsgemäss frühzeitig zu Grunde gehen, indem sie Gefahren stärker ausgesetzt zu sein scheinen; und 3) dass der Culturstaat alle seine Kinder in gleicher Weise schützt und erhält, während in rauheren Zeitaltern dürftig ausgestattete und schwache Wesen leichter der unmittelbaren Ausrottung verfallen waren [Broca].

Gewichtsbestimmungen einzelner Hauptabschnitte des Gehirns hat schon Huschke vorgenommen. Er durchschnitt den Gehirnstamm vor der Brücke und wog beide ungleich grossen Hälften. Er fand, dass bei Neugebornen die vordere Hälfte verhältnissmässig schwerer war, als bei Erwachsenen.

Auch Weisbach führte zahlreiche Wägungen ähnlicher Art aus, bestimmte aber Kleinhirn und Brücke gesondert.

Meynert trennte (an Gehirnen von Geisteskranken) den Hirnstamm sammt Streifenhügel vom Grosshirn ab und bestimmte innerhalb des Stammhirns wieder das Kleinhirn gesondert. Für die zwanziger Jahre gestalten sich seinen Ermittelungen zufolge die Gewichte in dieser Weise:

	Männer	In Procenten des Gesammtgewichtes	Weiber	In Procenten des Gesammtgewichtes
Hirnmantel	1030,90	78,9	922,60	78,9
Kleinhirn	140,64	10,9	125,90	10,8
Rest	135,60	10,4	120,90	10,3

Meynert suchte ferner die Gewichte einzelner Abschnitte des Hirnmantels zu bestimmen; ebenso, in etwas verschiedener Abgrenzung der Abschnitte, Bischoff. Der Erstere grenzte durch einen dem Sulcus Rolandi folgenden Schnitt den Stirnlappen, durch einen zweiten Schnitt, welcher den hinteren Ast der Fissura Sylvii mit der Fissura occipitalis verband, den Scheitellappen von dem Hinterhaupts-Schläfenlappen ab. Der Stirnlappen wog bei Männern 214,06, bei Weibern 195,8 Gramm; der Scheitellappen 123,55 und 108 Gramm; der Hinterhauptsschläfenlappen 177,73 und 157,4 Gramm.

Bischoff grenzt den Stirnlappen nicht durch den Sulcus centralis, sondern durch den Sulcus praecentralis ab, und bestimmt überdies das Gewicht der Insel mit Streifen- und Sehhügel besonders. So findet er im Gegensatz zu Meynert den Stirnlappen kleiner als den Scheitellappen.

Die einzelnen Gehirnabtheilungen.

I. Das Nachhirn: verlängertes Mark, Medulla oblongata (Fig. 219, 220, 221, 222, 223, 224).

Die Medulla oblongata hat die Gestalt eines abgestumpften Kegels, dessen Basis der Brücke zugewendet ist, während das entgegengesetzte Ende in das Rückenmark übergeht. Die untere Grenze ist auf der ventralen Fläche gegeben durch das untere Ende der Pyramidenkreuzung (Fig. 219); oder man setzt die Austrittsstelle der oberen Wurzelbündel des ersten Halsnerven als untere Grenze an. Die obere Grenze ist auf der ventralen Fläche durch den hinteren Rand der Brücke gegeben; auf der dorsalen Fläche setzt man die obere Grenze willkürlich durch eine Linie fest, welche beide Recessus laterales des vierten Ventrikels miteinander verbindet. Diese Linie fällt mit den Striae medullares des Bodens des vierten Ventrikels (der Rautengrube) zusammen (Fig. 223 sta.). So kurz die Medulla oblongata entsprechend dieser Grenzbestimmung auch ist (25 mm), so drängt sich auf ihrem Gebiete doch eine gewaltige Menge von Thatsachen zusammen und ist ihr Bau gegenüber dem des Rückenmarks bereits viel complicirter, wie wir alsbald erfahren werden. Die Kenntniss ihrer äusseren Formverhältnisse ist dagegen unschwer zu erreichen. Während die Länge 25 mm beträgt, ist ihre Breite am unteren Ende 10—11, am oberen 17—18 mm. Auch die Dicke erfährt von unten nach oben eine Zunahme von 9 bis zu 15 mm.

Was ihre Lage betrifft, so erstreckt sie sich vom oberen Rande des Atlas bis zur Mitte des Sulcus basilaris des Hinterhauptbeins und liegt hier

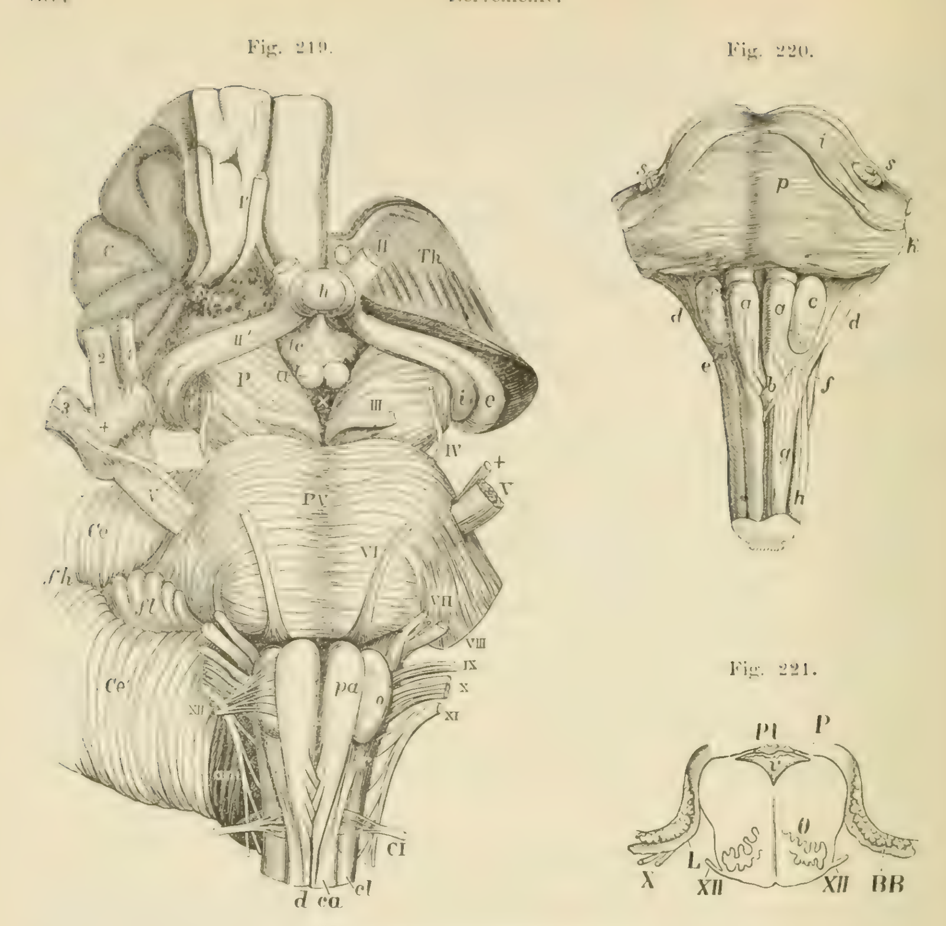


Fig. 219. Basis des Hirnstammes.

Auf der rechten Seite ist die Insel noch erhalten, während auf der linken Seite die gesammte Hemisphäre nach aussen von dem Sehhügel abgetrennt ist. — I′, tractus olfactorius. II, n. opticus sinister. II′, tractus opticus dexter; das zwischen beiden gelegene Chiasma nerv. opt. ist durch den Gehirnanhang (hypophysis cerebri) verdeckt. Th, Schnittfläche des linken Sehhügels. i, corpus geniculatum mediale. e, corpus geniculatum laterale, welche sich an das Sehhügelpolster anlegen. Sy, Gegend der rechten Sylvi'schen Grube. C, Insel. ✕ ✕, lamina perforata anterior s. lateralis te, tuber cinereum mit dem Trichter zum Hirnanhang h. a. corpora candicantia. ✕, substantia perforata media, s. posterior P, Gehirnstiele. III, nn. oculomotorii. IV, nn. trochleares. V, grosse; †, kleine Wurzel des N. trigeminus; auf der rechten Seite ist die grosse Wurzel mit dem Ganglion Gasseri in Verbindung, an dessen hintere Abtheilung sich die kleine Wurzel anlegt. 1, Augenast. 2, Oberkieferast. 3, Unterkieferast des N. trigeminus. PV, Brücke mit ihrer Medianfurche. Ce, obere, Ce′, untere Hemisphärenhälfte, fh, Horizontalfurche des Kleinhirns. fl, Flocke. am, amygdala cerebelli. VI, n. abducens. VII, n. facialis. VIII, n. acusticus. IX, n. glossopharyngeus. X, n. vagus. XI, n. accessorius Willisii. XII, n. hypoglossus. pa, Pyramide des verlängerten Markes. o, Olive. r, Seitenstrang der Medulla oblongata. d, vordere Rückenmarksfurche am Uebergange in die Pyramidenkreuzung. ca, Vorderstrang des Rückenmarks. cl, Seitenstrang desselben. CI, vordere Wurzel des ersten Cervicalnerven.

Fig. 220. Ansicht der ventralen Fläche der Brücke und des verlängerten Markes.

a, a, Pyramiden. b, ihre Kreuzung. c, c, Oliven. d, d, corpora restiformia. e und f, fibrae arciformes. g, Vorderstrang des Rückenmarks. h, Seitenstrang desselben. p, Brücke. i, vordere obere Brückenfasern. Bei k ist die Verbindung der Brückenarme mit dem Kleinhirn durchschnitten. s, s, Austrittsstelle des Trigeminus. Das vordere Ende der Pyramiden a, a, ist hinter der Brücke von Querfasern bedeckt, die den propons oder ponticulus bilden.

Fig. 221. Querschnitt durch die Medulla oblongata aus der Gegend des Calamus scriptorius.

v, hinterer Theil des Ventriculus IV, mit Epithel ausgekleidet, welches durch die innere Grenzlinie angedeutet ist. Pl, Plexus chorioideus medius ventriculi quarti, ventralwärts von Epithel überkleidet; P, Ponticulus, als hinterer Theil der Deckplatte des Ventriculus IV. L, lateraler Theil der genannten Deckplatte, das Velum medullare inferius darstellend; X, Vagus-Wurzeln, XII, Hypoglossuswurzel; BB, Bochdalek'sches Blumenkörbchen oder Füllhorn, den Plexus chorioideus lateralis Ventriculi IV aufnehmend.

zwischen den Tubercula jugularia des genannten Knochens. Ihre Richtung ist demgemäss eine schräg aufsteigende und zwar beträgt der (veränderliche) Nei-

gungswinkel gegen den Horizont etwa 45° [1]). Der Uebergang des Rückenmarks in die Medulla oblongata kann sich durch eine rasche winkelige Umbiegung und Knickung in der Gegend der Pyramidenkreuzung, aber auch in sanfterer Weise vollziehen.

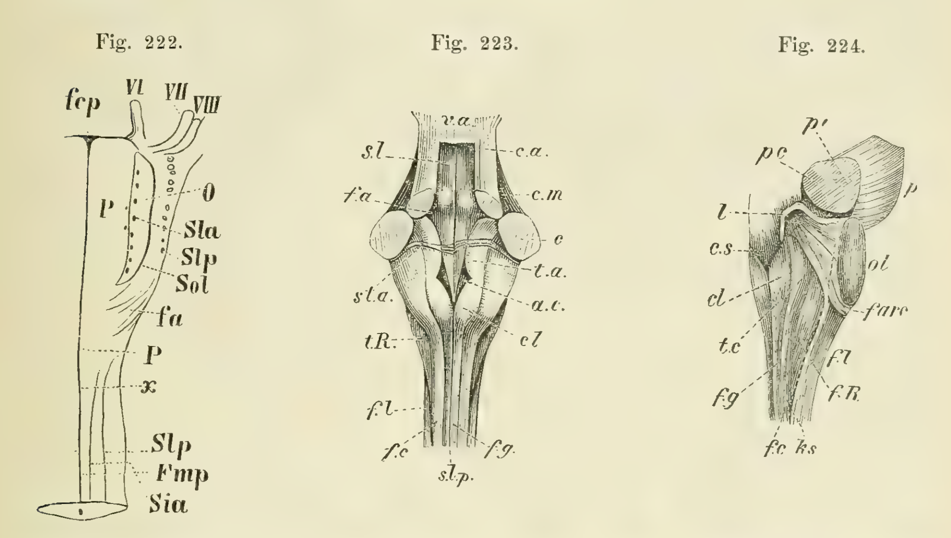


Fig. 222. Linke Hälfte einer Medulla oblongata mit anstossendem Rückenmarks-Theil. (die M. obl. hat nur 25 mm Länge). Ventrale (vordere) Fläche. Nach Henle.

fcp, Foramen coecum posterius; Fmp, Fissura mediana posterior; x, Gegend des unteren (distalen) Endes der Pyramidenkreuzung; P, schwache seitliche Ausbiegung der Fissura mediana durch die Pyramidenkreuzung. Slp, Sulcus lateralis posterior des Rückenmarks; Sia, Sulcus intermedius anterior des Rückenmarks; fa, Fibrae arciformes. Sol, Sulcus Olivae lateralis, Slp, Sulcus lateralis posterior, mit den Löchern für die Nervenwurzeln des obersten Endes des Accessorius, des Vagus und Glossopharyngeus. VIII, VII, VI, Nn. acusticus (VIII), facialis (VII) und abducens VI. Sla, Sulcus lateralis anterior s. S. olivae medialis, mit Löchern für die Wurzelfasern des Hypoglossus; einige Löcher greifen medianwärts über. P, Pyramiden.

Fig. 223. Ansicht der dorsalen Seite der Medulla oblongata und der Rautengrube vom Gehirn eines Kindes.

s.l.p., sulcus longitudinalis posterior. f.g., funiculus gracilis. cl, dessen clava. f.c., funiculus cuneatus. f.l., funiculus lateralis; zwischen den beiden letzteren erscheint das Tuberculum Rolandi, t.R. a.c., ala cinerea oder fovea posterior. Medianwärts von a.c. die Area hypoglossi. t.a., tuberculum acusticum. st.a., striae acusticae s. medullares; f.a., fovea anterior. s.l., sulcus longitudinalis der Rautengrube, begleitet jederseits vom funiculus teres. c, Querschnitt der corpora restiformia und Brückenschenkel des Kleinhirns. c.m., Brückenschenkel. c.a., vordere Kleinhirnschenkel. v.a., velum medullare anticum.

Fig. 224. Halb-Profil-Ansicht der dorsalen Fläche der Medulla oblongata (Gehirn eines Kindes).

fg, funiculus gracilis. cl, dessen clava. f.c, funiculus cuneatus mit t.c, tuberculum cuneatum. f.R, funiculus Rolandi mit tuberculum. f.l, Seitenstrang mit ks, Kleinhirn-Seitenstrangbahn. ol, Olive. f.arc., fibrae arciformes. c.s, calamus scriptorius. p.c., durchschnittene Kleinhirnstiele und (p') Brückenschenkel. p, Brücke. l, ligula.

Furchen. (Fig. 219, 222.) Die Fissura mediana anterior des Rückenmarks wird bei ihrem Uebergang auf die Medulla oblongata durch die Pyramidenkreuzung in der Regel stark beeinflusst. Die Pyramidenkreuzung, *Decussatio pyramidum*, untere Pyramidenkreuzung, besitzt eine Längsausdehnung von 6—7 mm und liegt entweder ganz oberflächlich, oder sie liegt tiefer, und es bedarf des Auseinanderdrängens der beiden Seitenhälften, um sie wahrzunehmen. Von jeder Seite bemerkt man alsdann 3—5 Kreuzungsbündel, die von den Pyramidensträngen des verlängerten Markes (Fig. 219 pa.) ausgehen, unter spitzem Winkel

1) So wird es am zweckmässigsten, von einer ventralen und dorsalen Fläche der Medulla oblongata zu sprechen.

medullarwärts herabsteigend die Mittellinie überschreiten und sich verschränken. Die Kreuzungsbündel verschwinden in der Tiefe der Fissur und dringen, wie später noch gezeigt werden wird, durch die graue Substanz hindurch in die Seitenstränge ein. In der Regel bleibt ein kleiner Theil (der laterale) der Pyramidenfasern ungekreuzt, wie wir bereits erfahren haben (S. 330): er wird zur Pyramiden-Vorderstrangbahn, der gekreuzte zur Pyramidenseitenstrangbahn. Ist der letztere Theil schwach, der erstere stark, die Kreuzung also eine schwach-ausgeprägte, so unterscheidet sich die Kreuzungsstelle nur wenig von den angrenzenden Gebieten, indem die vorhandenen Kreuzungsbündel in der Tiefe liegen und die Mediansfissur sich vom Rückenmark ununterbrochen auf die Medulla oblongata fortsetzt. Zwischen beiden Extremen kommen alle Uebergangsstufen vor. Oft ist die Kreuzungsstelle nur an einer leichten Ausbiegung der Mediansfissur äusserlich kenntlich (Fig. 222, P). Meist setzt sich die Fissur verflacht über die Kreuzungsstelle fort. In anderen Fällen findet eine vollständige Unterbrechung der Fissur statt. Auch jenseits der Kreuzungsstelle, zwischen ihr und der Brücke, ist die Fissur von individuell wechselnder Tiefe. Unmittelbar vor ihrem Abschluss durch die Brücke erweitert sie sich zu einem Grübchen (**Foramen coecum posticum**).

Die Fissura mediana posterior der Medulla oblongata ist anfänglich weit und tief und beherbergt ein starkes Bindegewebsseptum, verflacht sich aber aufwärts immer mehr, bis sie endlich hinter einem quergestellten Markblättchen, dem Riegel (*Obex*) aufhört. Diese Stelle entspricht dem Uebergang des vom Rückenmark sich fortsetzenden Centralkanals in den vierten Ventrikel. An einer Medulla oblongata, deren Deckplatte vom vierten Ventrikel weggenommen worden ist, bemerkt man auf dem Boden des vierten Ventrikels eine neue mediane Längsfurche, die in der Fortsetzung der Fissura mediana posterior zu liegen scheint, **aber mit ihr nichts zu thun hat.**

Der Sulcus intermedius posterior setzt sich ohne Unterbrechung vom Rückenmark auf das verlängerte Mark fort und weicht in der oberen Hälfte desselben zur Seite aus, um allmählich zu verstreichen.

Die Sulci laterales anterior und posterior der Medulla oblongata werden gegeben durch die Austrittsstellen der Nervenwurzeln. Die vordere Seitenfurche zeigt die Austrittsstellen des zwölften Hirnnerven (Hypoglossus) und schliesst sich mitunter an die vordere Seitenfurche des Rückenmarks unmittelbar an. In anderen Fällen ist eine durch ansehnliche Gürtelfasern (Fibrae arciformes) eingenommene ansehnliche Unterbrechung vorhanden. Die hintere Seitenfurche wird bezeichnet durch die Austrittsstellen der Wurzeln des elften, zehnten und neunten Gehirnnerven (Accessorius, Vagus und Glossopharyngeus). Die Wurzeln des Accessorius reichen dabei noch weiter medullarwärts und treten in weiten gegenseitigen Abständen schon im unteren Halstheil des Rückenmarks zwischen den vorderen und hinteren Spinalnervenwurzeln, näher den hinteren hervor, am nächsten der hinteren Wurzel des ersten Halsnerven, mit welcher die entsprechende Wurzel des Accessorius sich häufig in irgend einer Weise verbindet. Von da an folgen die Austrittsstellen des Accessorius einer Linie, welche um die Seitenfläche des verlängerten Markes herum an dessen Vorderfläche zieht. An sie schliessen sich die Bündel des Vagus und Glossopharyngeus in einer Längsreihe unmittelbar an. Von diesen Nerven ist hier so viel hervorzuheben, dass der Nerv der vorderen

Seitenfurche motorischer Natur ist, während in der hinteren Nervenwurzelreihe motorische und sensible Nerven gemischt vorkommen.

Stränge. Der Vorderstrang des verlängerten Markes, Pyramidenstrang, Pyramide, vordere Pyramide, Funiculus pyramidalis (Fig. 219), im Querschnitt flach gewölbt, besitzt eine Breite von 5—6 mm und verschmälert sich etwas vor seinem Eintritt in die Brücke. Sein Verhältniss zur Pyramidenkreuzung wurde bereits oben (S. 330) geschildert, und geht hieraus hervor, dass man ihn nicht mit dem Vorderstrang des Rückenmarks verwechseln darf.

Der Seitenstrang, Olivenstrang, *Funiculus olivaris* zwischen dem Sulcus lateralis anterior und posterior gelegen, hat seinen Namen von einer meist glatten, hie und da quer gekerbten, lang elliptischen Erhabenheit seines oberen medialen Theiles, der Olive. Letztere hat eine Länge von 14, eine Breite von 7 mm und schliesst im Innern ein vielfach gefaltetes Blatt grauer Substanz ein, den Olivenkern, *Nucleus olivae* Corpus dentatum olivae. Das untere, spitzere Ende der Olive liegt in gleicher Höhe mit der hinteren Spitze der Rautengrube und ist öfters durch starke Fibrae arciformes bedeckt. Ihr oberes Ende ist durch eine tiefe Furche (Sulcus coecus) vom hinteren Brückenrand getrennt. Von beiden Rändern der Olive, Sulcus olivae medialis und lateralis, fällt der mediale mit dem Sulcus lateralis anterior zusammen; der laterale dagegen nicht mit dem Sulcus lateralis posterior; vielmehr bleibt zwischen beiden ein Streifen des Olivenstranges frei. Die an beide Olivenränder sich anschliessenden Längsfaserbündel nannte Burdach Hülsenstränge, Funiculi siliquae; sie lassen sich als besondere Stränge nur selten von den übrigen Fasermassen abgrenzen.

Der Hinterstrang (Fig. 223, 224) strickförmiger Körper, Kleinhirnstiel, Funiculus s. Corpus restiforme, Crus cerebelli ad med. oblongatam, Pedunculus cerebelli, Pyramis lateralis, anfänglich zwischen Fissura mediana posterior und Sulcus lateralis posterior, später zwischen dem letzteren und dem hinteren Theil des Seitenrandes des vierten Ventrikels gelegen, wird im Aufsteigen durch Einlagerung grauer Massen mächtiger und zeigt eine Reihe von Besonderheiten, von welchen seine Zerlegung durch den Sulcus intermedius posterior in zwei Stränge bereits bekannt ist.

a) Der mediale Strang, die Fortsetzung des Goll'schen Stranges, Funiculus gracilis, Pyramis posterior, nimmt aufsteigend an Breite zu und schwillt zur Seite des hinteren Theiles der Rautengrube zu einer keulenförmigen Verdickung (Clava) an, die im Inneren einen grauen Kern, den Nucleus funiculi gracilis enthält. Jenseits der Clava spitzt sich der zarte Strang wieder zu und verliert sich im medialen Bezirk des Corpus restiforme.

b) Der laterale Strang, Keilstrang, *Funiculus cuneatus* aufwärts beträchtlich an Breite zunehmend, wird schon bald (etwas oberhalb der hinteren Wurzel des ersten Halsnerven) durch eine seichte Furche der Länge nach in zwei Stränge getheilt, den medialen und lateralen Keilstrang. Der Funiculus cuneatus lateralis enthält die verdickte Fortsetzung des Kopfes der grauen Hintersäule des Rückenmarks. Nähert sich letztere in Folge geringer Bedeckung durch weisse Faserzüge der Oberfläche, so ist die Stelle durch dunklere Färbung ausgezeichnet. Sie kann selbst einen Vorsprung bilden und dieser wird alsdann Tuberculum Rolandi s. cinereum genannt. Den Strang selbst bezeichnet Schwalbe aus dieser Veranlassung Funiculus Rolandi, während der me-

diale Keilstrang den Namen Funiculus cuneatus beibehält. Der letztere, Funiculus cuneatus medialis (Henle), entwickelt in der Höhe der Clavae ebenfalls eine, bei Kindern leichter wahrnehmbare Anschwellung, Tuberculum cuneatum (Schwalbe) Fig. 251 tc.; sie entspricht einem im Innern liegenden grauen Kern, der unter dem Namen Nucleus funiculi cuneati bekannt ist. Hiezu gesellt sich im obersten Abschnitt des Corpus restiforme noch ein dritter Strang:

c) Das Kleinhirn-Seitenstrangbündel. Im Gebiet des ersten Halsnerven grenzt dasselbe, im hinteren Theil der Peripherie des Seitenstrangs gelegen, unmittelbar an die hintere Seitenfurche und den Kopf des Hinterhorns. In der Nähe des unteren Endes der Olive überschreitet das genannte Bündel die Accessoriuslinie, zieht vor dem Tuberculum cinereum und cuneatum hinweg zur dorsalen Fläche des Corpus restiforme und verliert hier seine äussere Abgrenzung, die bis zu dieser Stelle bei Kindern leicht gelingt (s. Fig. 251, ks.).

Das in dieser Weise zusammengesetzte Corpus restiforme senkt sich mit einem jetzt nicht näher zu untersuchenden Theile seiner Fasern als Pedunculus cerebelli unter rascher Krümmung in das Kleinhirn ein.

Ausser den Längsfaserzügen kommen an der Medulla oblongata auch ansehnliche, schon mit freiem Auge wahrnehmbare Querfaserzüge vor, die theilweise schon als Fibrae arciformes Erwähnung fanden. Die Querfaserzüge entwickeln sich von der lateralen Fläche der oberen Enden der Corpora restiformia und verlaufen im Bogen auf die vordere Fläche des verlängerten Markes, wo sie in die vordere Medianfissur eindringen. Diese, Stratum zonale genannte Querfaserlage ist wechselnd stark ausgeprägt, bildet bald eine gleichmässig dünne Schicht, bald zeigt sie einzelne gröbere Bündel Die das untere Ende der Oliven umgreifenden Bündel des Stratum zonale stellen die erwähnten Fibrae arciformes dar.

Besondere Querfasern umziehen in vielen Fällen das vordere Ende der Pyramiden, bevor sie in die Brücke eindringen. Diese Querfasern, das Vorbrückchen, *Propons*, Ponticulus, verschwinden jederseits neben den Pyramiden, sowie in der Tiefe der vorderen Medianfissur.

Die Rautengrube (Fig. 223, 225).

Die Rautengrube, der Boden des alsbald zu beschreibenden vierten Ventrikels, gehört nur mit ihrer hinteren Hälfte der Medulla oblongata an. Sie wird indessen um so mehr als Ganzes in das Auge gefasst, als die dorsale Abgrenzung des vorderen Endes der Medulla oblongata nur eine künstliche ist. An der Grenze beider Abtheilungen fallen markweise Streifen auf, die sich von dem grauen Grunde stark abheben. Diese Streifen, Striae medullares, irrig meist als Wurzelbündel des N. acusticus aufgefasst, ziehen von der Medianlinie quer nach aussen zu den lateralen stumpfen Winkeln der Rautengrube, umgreifen hier die Corpora restiformia, ohne sich in den N. acusticus fortzusetzen. Ihre Zahl und Stärke ist veränderlich, selbst in beiden Seitenhälften eines Gehirns, und wechselt zwischen 1 und 12. Sind mehrere vorhanden, so convergiren sie seitlich und fliessen untereinander zusammen. Ausser den queren und schrägen Striae medullares kommen bisweilen auch kreuzende, lateral-vorwärts laufende Bündel vor, die eine andere Bedeutung haben und von Stilling

„unbeständige Trigeminuswurzel" genannt worden sind. Die zwischen den Striae medullares sichtbaren Theile der Rautengrube heissen Fasciolae cinereae. Am Seitenrand der Rautengrube, auf dem Corpus restiforme und unter oder zwischen den Striae medullares schwillt die graue Substanz der Rautengrube zu einem kleinen, auf den Hörnerven sich fortsetzenden Wulste an, zur Taeniola cinerea. Die graue Substanz der Rautengrube, Stratum cinereum foveae rhomboidalis, von welchem die Fasciolae cinereae und die Taeniola cinerea ein Theil, ist eine Fortsetzung der grauen Säulen des Rückenmarks und liegt nahe unter dem Ventrikelepithel. In diesem Bezirk liegen die Ursprungsherde des fünften bis zehnten, ebenso des zwölften und eines Theils des elften Hirnnerven in bestimmter Anordnung und Reihenfolge, die wir später kennen lernen werden. Aeusserlich ist folgendes wahrzunehmen:

Fig. 225.

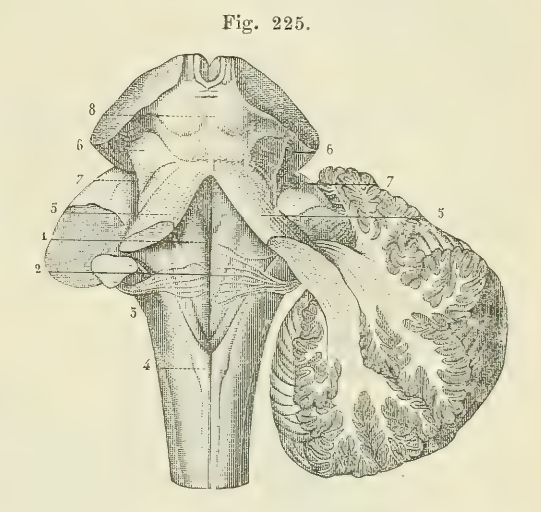


Fig. 225. Ansicht der Rautengrube, Kleinhirnschenkel und Vierhügel. (Nach Hirschfeld u. Leveillé von Sappey.)

Auf der linken Seite sind die drei Kleinhirnschenkel abgeschnitten; auf der rechten Seite dagegen die vorderen und hinteren Schenkel noch im Zusammenhange mit der Markmasse des Kleinhirns, während der Brückenschenkel durchschnitten ist. 1, Medianfurche der Rautengrube, hinten in den Calamus scriptorius auslaufend. 2, Austrittsstelle der querverlaufenden striae acusticae. 3, hinterer Kleinhirnschenkel (Kleinhirnstiel, corpus restiforme). 4, clavae der funiculi graciles. 5, oberer Kleinhirnschenkel. 6, Schleife. 7, sulcus lateralis mesencephali. 8, Vierhügel.

Der ganze Bezirk der Rautengrube wird durch eine Längsfurche, Sulcus longitudinalis foveae rhomboidalis, in zwei symmetrische Hälften getheilt. Zu beiden Seiten der Medianfurche ziehen zwei niedrige Längswülste von hinten nach vorn, die besonders in ihrer vorderen Hälfte deutlich vorspringen, Funiculi teretes, auch Pyramides posteriores genannt. Sie beginnen schmal an der hinteren Spitze der Rautengrube und durchziehen sich verbreiternd zunächst deren hintere Abtheilung. Innerhalb dieses, vorn durch die Striae medullares begrenzten langgestreckten Dreiecks liegt der Nucleus hypoglossi, das Dreieck selbst heisst das Hypoglossusfeld, Area hypoglossi (Fig. 223). Seitlich von dem hinteren Theil des Hypoglossusfeldes liegt ein durch tief graue Farbe und leicht vertiefte Lage ausgezeichnetes dreieckiges Feld, Ala cinerea, das Ursprungsfeld des N. vagus und glossopharyngeus. Lateralvorwärts von der Ala cinerea bleibt in der hinteren Hälfte der Rautengrube ein drittes Dreieck übrig, das äusserlich leicht hervorragt und verschieden, so auch Tuberculum acusticum, genannt wurde.

Die vordere Abtheilung der Rautengrube zeigt jederseits neben dem Funiculus teres eine ansehnliche, narbenähnliche Grube, Fovea anterior, unter der eine kleine Vene bläulich durchzuschwimmern pflegt. Vor der Fovea anterior, am lateralen Rand der sich verengernden vorderen Hälfte der Rautengrube, bis zum Eingang des Aquaeductus Sylvii, findet sich im Boden ein Lager von zahlreichen pigmentirten Ganglienzellen, welches durchschimmert. Die sie oberflächlich bezeichnende gefärbte Stelle heisst Locus coeruleus. Vor den Striae medullares,

zwischen ihnen und der Fovea anterior springt jederseits der Funiculus teres stärker gewölbt hervor; diese Wölbung hat den Namen Eminentia teres erhalten. Sie bezeichnet die Lage des centralen Kniees des Nervus facialis und zugleich den von diesem Knie überschrittenen Ursprungsherd des Nervus abducens.

Der vierte Ventrikel und seine Deckplatte. (Fig. 221. 225. 226).

Der vierte Ventrikel stellt einen im Gebiet des Hinter- und Nachhirns enthaltenen, von Epithel ausgekleideten Hohlraum dar, der nicht sowohl als eine Eröffnung, sondern als eine Erweiterung des Centralkanals zu betrachten ist

Fig. 226.

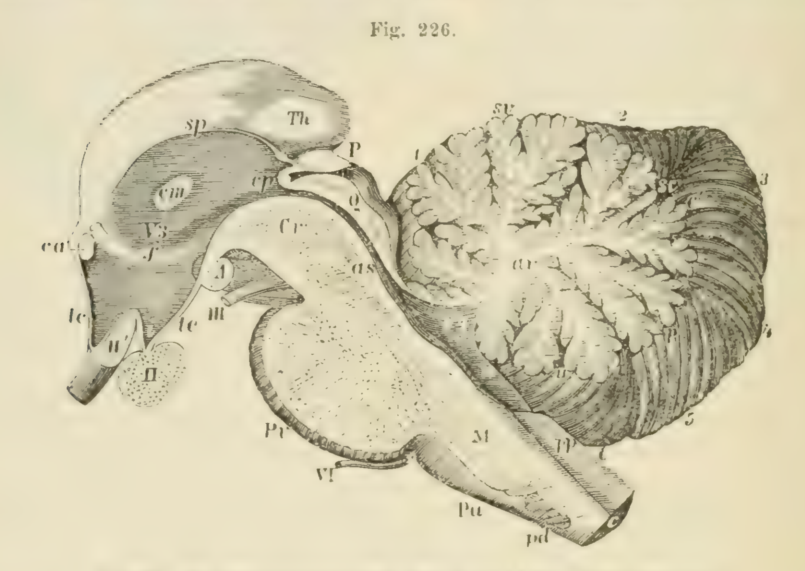


Fig. 226. Medianschnitt durch den Hirnstamm. Nach Reichert.

Th, Thalamus opticus. sp, stria medullaris thalami. P, glaudula pinealis. cp, commissura posterior, über derselben der recessus pinealis. cm, commissura mollis. ca, commissura anterior. V3, dritter Ventrikel. f, columna fornicis. lc, lamina terminalis. A, corpus candicans. tc, tuber cinereum. i, infundibulum. M, hypophysis Cr, crus cerebri. Q, corpora quadrigemina. as, aquaeductus Sylvii. Pv, Pons Varolii. n, Medulla oblongata. pa, Pyramide. pd, deren Kreuzung. pp, corpus restiforme. V4, ventriculus quartus. ll, Velum medullare posterius und Deckplatte des vierten Ventrikels. c, Centralkanal des Rückenmarks. av, arbor vitae cerebelli. sv, Oberwurm. sc, folium cacuminis. c', tuber valvulae p, pyramis cerebelli. u, uvula; über n der nodulus. 1, lobus quadrangularis. 2, lobus posterior superior. 3 und 4, lobus posterior inferior. 5, lobus cuneiformis. 6, tonsilla. II', chiasma n. optici. III, n. oculomotorius. IV, n. abducens.

und Liquor cerebro-spinalis als Inhalt besitzt. Man unterscheidet an ihm einen Boden und ein Dach, zwei seitliche, in eine vordere und hintere Hälfte zerfallende Begrenzungsränder, zwei seitliche taschenförmige Ausbuchtungen (Recessus laterales), eine vordere, in den Aquaeductus Sylvii führende, und eine hintere, in den Centralkanal der Medulla oblongata und des Rückenmarkes führende Mündung, sowie eine mediane und zwei laterale Oeffnungen in den Subarachnoidalraum. Der Boden des vierten Ventrikels ist als Fovea rhomboidalis mit allen Besonderheiten bereits betrachtet worden. Entsprechend der grössten Länge des Bodens beträgt die Länge des Ventrikels zwischen seiner vorderen und hinteren Mündung gegen 25 mm.

Das Dach des vierten Ventrikels ist eigenthümlich complicirt. Es besteht in seinem vorderen Theil (s. Fig. 226) aus dem Velum medullare anterius

mit der es bedeckenden Lingula, sowie aus einem auf die Lingula folgenden Theil des Kleinhirns; in seinem hinteren Theil aus der Membrana tectoria ventriculi quarti. Der gegen das Mark des Kleinhirns zugespitzt sich erhebende Ventrikeltheil (in der Gegend von V4 der Figur 226) heisst das Zelt, seine Kante die Giebelkante (Fastigium). Der vor den Recessus laterales gelegene Theil des Ventrikels wird seitlich und dorsalwärts begrenzt von den Crura cerebelli ad corpus quadrigeminum. Der hinter den Recessus laterales gelegene Ventrikeltheil erhält seinen seitlichen Abschluss durch die verdickten Seitenränder der Membrana tectoria selbst und erstreckt sich nach hinten bis zum Obex, Riegel, der die hinterste Spitze des Ventrikels deckt und seinerseits auch nichts anderes ist, als ein verdickter Randtheil der Deckplatte. Der an den Obex sich zunächst anschliessende Theil des Begrenzungsrandes hat den Namen Ligula, auch Ponticulus, Ala pontis erhalten; an ihn schliesst sich vor-lateralwärts das Velum medullare inferius (unteres Marksegel, Füllhorn, Blumenkörbchen von Bochdalek) unmittelbar an. Ligula und Velum medullare inferius werden viel zweckmässiger unter dem Namen Taenia ventriculi quarti zusammengefasst. Es sind dies functionell ganz bedeutungslose Gebilde, die indessen zu ihrem Verständniss einer kurzen entwicklungsgeschichtlichen Betrachtung bedürfen. Durch letztere wird uns auch die Deckplatte leicht verständlich. Zur Vervollständigung der Beschreibung der Taenia ist vorher noch zu bemerken, dass sie in ihrer Stärke, wie der Obex, sehr wandelbar ist. Der Obex ist ein nicht ganz constantes kleines Markblättchen von dreieckiger Form, welches den Zwischenraum zwischen den auseinanderweichenden Clavae einnimmt. Von der Spitze der Clava an entsteht auf jeder Hälfte des verlängerten Markes am medialen Rand des Corpus restiforme ein Markblättchen, welches in einer Länge von etwa 5 mm diesem Rande folgt. Dies ist die Ligula oder der Ponticulus (Henle) Fig. 221 P, nicht zu verwechseln mit dem Ponticulus (Propons) des Stratum zonale. Bedeckt von der Pia mater bilden die sich einander mehr oder weniger nahe kommenden Ligulae beider Seiten eine Brücke über dem vor dem Obex gelegenen Endstück des Ventrikels. Die Unterfläche dieser Brücke ist, wie die gesammte Ventrikeldecke vom Ventrikelepithel bekleidet. Die zweite Abtheilung der Taenia, das Velum medullare inferius (Fig. 221 L), überschreitet das Corpus restiforme in lateraler Richtung, läuft dem hinteren Rand der Wurzeln des N. acusticus entlang, geht alsdann über ihn hinweg und endet am Flockenstiel. So bildet das Velum medullare inferius die hintere und untere Wand des Recessus lateralis.

Sowohl zwischen beiden Ligulae, als im Bereich der Recessus laterales und unteren Marksegel entwickelt die Pia zottentragende, gefässreiche Streifen, Plexus chorioidei, die von ihrer Innenfläche ausgehen und ventralwärts von Epithel bekleidet sind. Der im Bereich der Ligulae vorhandene doppelte Längsstreifen dieser Art trägt den Namen Plexus chorioideus medius ventriculi quarti. Der dem Recessus lateralis angehörige Streifen heisst Plexus chorioideus lateralis. Beide sind in der Fig. 221 erkennbar und verhalten sich so zu einander, dass der laterale die unmittelbare Fortsetzung je einer Hälfte des medialen bildet. Der laterale Plexus nun wird von dem unteren Marksegel ungefähr wie ein Blumenstrauss von einer Vase umfasst: daher der Name Füllhorn, Blumenkörbchen.

Ueber die ventrale Fläche des Blumenkörbchens laufen die Wurzeln der Nn. glossopharyngeus und vagus nach aussen und müssen medianwärts zurückgeschlagen werden, um es sichtbar zu machen. Am besten geschieht dies unter einer indifferenten Flüssigkeit oder am gehärteten Gehirn. Oefters sind die Nerven eine Strecke weit mit dem Blumenkörbchen verwachsen.

Fassen wir nun zum besseren Verständniss dieser Gebilde die Entwicklungsgeschichte in das Auge, so ist zu bemerken, dass das Dach des vierten Ventrikels schon frühzeitig verschiedene Theile erkennen lässt. Der vordere Theil des ursprünglichen Daches (Fig. 227 cb) gestaltet sich durch starkes Dickenwachsthum zum Kleinhirn um. Der mittlere und hintere Theil des Daches dagegen werden zu einer dünnen epithelialen Platte ausgezogen (v und t). Der mittlere Theil (v) wird zum Velum medullare posticum des Kleinhirns, der hintere (t) zur epithelialen Deckplatte des vierten Ventrikels. Sowohl in Längs- als in Querrichtung ist der Ventrikel allseitig von dieser Deckplatte geschlossen. Ihre äussere Fläche erhält eine Verstärkung durch die Anlage der Gefässhaut, welche, soweit sie den Ventrikel deckt, den Namen Tela chorioidea führt. An den bereits erwähnten Stellen bildet die Gefässhaut die Plexus chorioidei aus, deren Unterfläche, wie die Tela selbst, stets vom Ventrikelepithel bedeckt ist. An den seitlichen Insertionsstellen der Deckplatte des Ventrikels bilden sich allmählich verdickte markhaltige Streifen, welche sich zu den beschriebenen Taeniae umgestalten. Wird die Gefässhaut nebst dem an ihr haftenden Epithel entfernt, so pflegen jene verdickten Streifen sitzen zu bleiben und machen so den Eindruck unverständlicher Gebilde, wie sie denn auch in der That schon öfters irrig gedeutet worden sind.

Fig. 227.

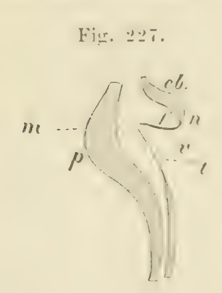


Fig. 227. Schematische Darstellung der Umwandlung des Daches vom vierten Ventrikel.

cb, Kleinhirnplatte. v, velum medullare posterius. t, Deckplatte des vierten Ventrikels. f, Giebelkante. m, Umbiegungskante von v in t. p, Brücke.

So bleibt es uns nur noch übrig, die im Bereich der Deckplatte des vierten Ventrikels und seiner Recessus laterales sich ausbildenden secundären Durchbrechungen in den Subarachnoidalraum kennen zu lernen. Sie erinnern in ihrer Eigenthümlichkeit einigermassen an die Durchbrechungen, wie sie durch den Riss der Membrana pharyngea bei Embryonen, durch die Spaltung der seitlichen Schlundwand u. s. w. dargestellt werden. Die eine, im Bereich der Deckplatte vorhandene secundäre Durchbrechung bildet das Foramen Magendii. Letzteres befindet sich im hinteren Dachbereich, unmittelbar vor dem Obex. Die beiden anderen nehmen die Spitzen der Recessus laterales ein. Key und Retzius haben diese Oeffnungen des vierten Ventrikels ausführlich beschrieben und ihr wirkliches Vorhandensein früheren abweichenden Meinungen gegenüber sicher gestellt. Ganz kürzlich erst haben die Angaben von Key und Retzius durch erneuerte Untersuchungen an in Müller'scher Flüssigkeit erhärteten Gehirnen volle Bestätigung gefunden. So untersuchte Hess zu diesem Zweck 30 Gehirne von Erwachsenen, 10 von Neugeborenen, 7 von Föten. Das Magendie'sche Loch (Fig. 228), seit 1842 bekannt, stellt meist nicht eine einfache Durchbrechung

Fig. 228.

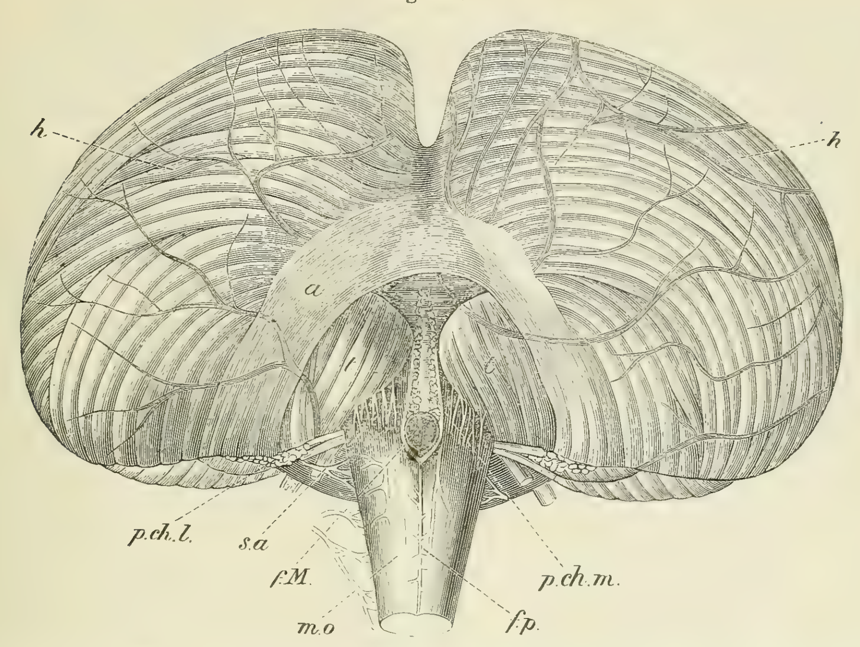


Fig. 228. Untere Fläche des Kleinhirns und obere der Medulla oblongata, nach Spaltung der Arachnoides auseinandergebogen, um das foramen Magendii zu zeigen. (Nach Key und Retzius)

h, h, Hemisphären des Kleinhirns, noch von der Arachnoides a überzogen, deren Sack unterhalb a eröffnet ist. t, t, Tonsillen des Kleinhirns. s.a., subarachnoidale Balken. m.o, medulla oblongata. f.p., deren fissura posterior. f.M., foramen Magendii. Man sieht, wie aus ihm der mittlere Theil der beiden plexus chorioidei ventriculi IV hervorkommt (p.ch.m.) und sich eine Strecke weit an der unteren Fläche des Unterwurms entlang zieht. p.ch.l., seitlicher Theil des Plexus chorioidei ventriculi quarti.

einer Membran dar, sondern erscheint als das Lumen eines kurzen, mehr oder weniger cylindrischen Rohrs, dessen Wandungen vielfach perforirt sind. Im Uebrigen kommen bedeutende individuelle Schwankungen vor, so dass ausnahmsweise selbst die Oeffnung fehlt und die Pia geschlossen bleibt. Bei Neugeborenen, ja schon bei Föten von 15 cm Länge pflegte die Oeffnung vorhanden zu sein. In der Regel fand H. auch in den Recessus laterales Oeffnungen. Die Funktion der einzelnen Foramina, insbesondere des Foramen Magendii erblickt H. in der Zulassung einer Regulirung des Druckes der in den Hirnhöhlen vorhandenen Flüssigkeit.

Innere Beschaffenheit der Medulla oblongata.

Der Uebergang des Baues des Rückenmarks in denjenigen der Medulla oblongata oder der Praemedulla, wie man diesen kurzen, kaum 25 mm langen Hirntheil mit dem langen Namen kürzer nennen könnte, vollzieht sich nicht plötzlich, sondern in vorbereitender Weise. In der medulla oblongata treten neue graue Massen auf, die von den grauen Säulen des Rückenmarks nicht unmittelbar abgeleitet werden können, wenn auch die grauen Massen der Medulla oblongata aus einer ähnlichen Grundlage hervorgehen, wie die des Rückenmarks. Zu den wichtigsten neu auftretenden grauen Massen der Medulla oblongata gehören die schon erwähnten Olivenkerne. Auch die weisse Substanz zeigt zum Theil eigenthümliche Anordnungen, die sich in weiter vorwärts ge-

legene Hirntheile noch fortsetzen. Es tritt nämlich jene mächtige Entwicklung von Bogenfasern (*Fibrae arcuatae*) auf, welche entweder oberflächlich gelagert sind oder sich in der Tiefe befinden und mit den Längsfasern verflechten. Die oberflächlich gelagerten, äusseren Bogenfasern wurden als Stratum zonale (Arnoldi) der Medulla oblongata bereits erwähnt; die tiefen, inneren, mit den Längsfasern unter Betheiligung grauer Substanz verflochtenen, stellen die Formatio reticularis dar.

Das Auftreten der Pyramidenkreuzung, die Erweiterung des Centralkanals zum vierten Ventrikel, bleiben ebenfalls nicht ohne Einfluss auf die Anordnung der grauen und weissen Substanz; sie bedingen im Gegentheil mächtige Umlagerungen der verschiedensten Theile. Die im Rückenmark dorsal gelegenen Theile grauer Substanz werden mit dem Auftreten des Ventrikels zur Seite gelegt, sie liegen lateralwärts zu den nunmehr medial gelagerten ursprünglichen Vordersäulen. Statt Vorder- und Hintersäulen haben wir hier nunmehr mediale und laterale Säulen. So haben wir bis zu einem gewissen Grade ähnliche Verhältnisse vor uns, wie sie entstehen, wenn wir das bereits geschlossene Medullarrohr dorsalwärts wieder öffnen und die beiden Hälften der Medullarplatte seitlich umlegen.

Die vorbereitenden Veränderungen nun, welche den Bau des Rückenmarks in denjenigen der Medulla oblongata überführen, beginnen bereits im Gebiet des zweiten Halsnerven.

Im unteren Theil des Ursprungsgebietes des zweiten Halsnerven zeigt der Querschnitt nur wenig von unterhalb gelegenen Gebieten Verschiedenes; er ähnelt im Allgemeinen dem Querschnitt des Dorsalmarks. Das Seitenhorn zeigt sich nämlich wieder deutlich entwickelt (Fig. 229 Cl). Der Processus

Fig. 229.

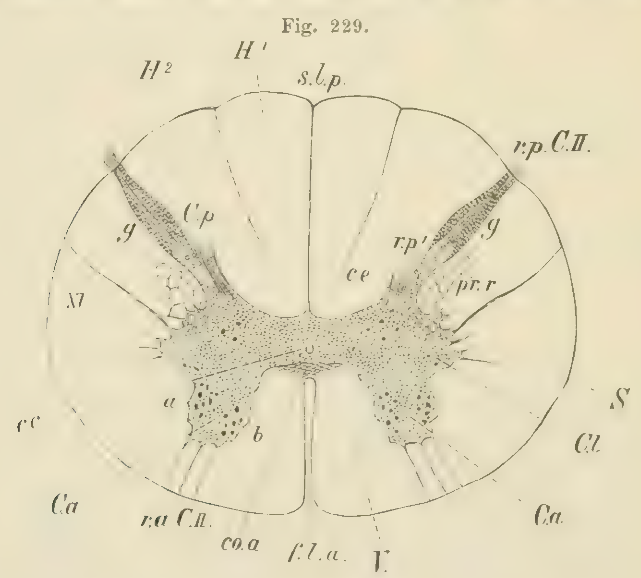


Fig. 229. Querschnitt durch das Halsmark im Gebiet des zweiten Cervicalnerven. $^{6}/_{1}$. f.l.a., Fissura longitudinalis anterior. s.l.p., Sulcus longitudinalis posterior. V., Vorderstrang, S, Seitenstrang, H¹, Goll'scher Strang (Funiculus gracilis). H², laterale Abtheilung des Hinterstranges (Funiculus cuneatus). cc, Centralcanal. co.a., vordere Commissur. r.a.C.II., vordere, r.p.C.II., hintere Wurzel des II. Cervicalnerven. XI, Fasern des N. accessorius, die indessen nicht im Seitenhorn, sondern bei a entspringen. C.a, Vorderhorn. a, b, Ganglienzellengruppen desselben. C.l, Seitenhorn. pr.r., Processus reticularis. C.p., Hinterhorn. ce, dessen Hals, g, dessen Substantia gelatinosa.

reticularis (pr.r) ist stark ausgebildet, der Hals des Hinterhorns (ce) lang ausgezogen. Aus der Spitze des Kopfes des Hinterhorns, das von gelatinöser Substanz (g) umsäumt ist, treten hintere Wurzelfasern hervor. Der Centralkanal ist elliptisch mit sagittal gestellter Längsaxe. Die Goll'schen und Burdach'schen Stränge sind deutlich abgegrenzt. Aus dem Seitenhorn tritt ein Wurzelbündel des Nervus accessorius, welches bei a entspringt; aus dem Vorderhorn treten Bündel der motorischen Wurzel des zweiten Halsnerven hervor.

Im oberen Gebiet des zweiten Halsnerven sind die Veränderungen bereits beträchtlicher geworden. Der Kopf des Hinterhorns, vorher spindelförmig zugespitzt, zeigt sich zu einer rundlichen Anschwellung umgebildet, der Hals stielförmig ausgezogen, die Basis des Hinterhorns stärker entwickelt. In Folge der stärkeren Entwickelung der Basis des Hinterhorns liegt an Stelle der hinteren Commissur hinter dem Centralkanal ein breiter grauer zellenreicher Querbalken, der schon in Fig. 229 vorbereitet ist. Die Substanz des Hinterhorns wird auf diese Weise in zwei Lager geschieden, in ein basales, hinter dem schlitzförmigen Centralkanal gelegenes, und in ein capitales, welches periphere Lage besitzt. Beide hängen nur durch einen dünnen Verbindungsstiel (ce) miteinander zusammen. Der angeschwollene Kopf der Hintersäule bedingt durch sein Hervortreten das früher erwähnte Tuberculum Rolandi (Fig. 230).

Nicht allein die Form, sondern auch die Lage der Hintersäule zeigt sich verändert. Schon in Fig. 229 macht sich eine Neigung der Längsaxen beider Hintersäulen zur Seite bemerklich, wenn wir sie mit der Axe an anderen Abschnitten des Rückenmarks vergleichen (s. Fig. 207). Es beginnen bereits die Vorläufer der lateralen Umlegung. In Fig. 230 ist diese Umlegung schon so stark ausgesprochen, dass die Längsaxen beider Hinterhörner, die in Fig. 229 einen nach hinten offenen Winkel von etwa 80° bildeten, nunmehr einen solchen

Fig. 230.

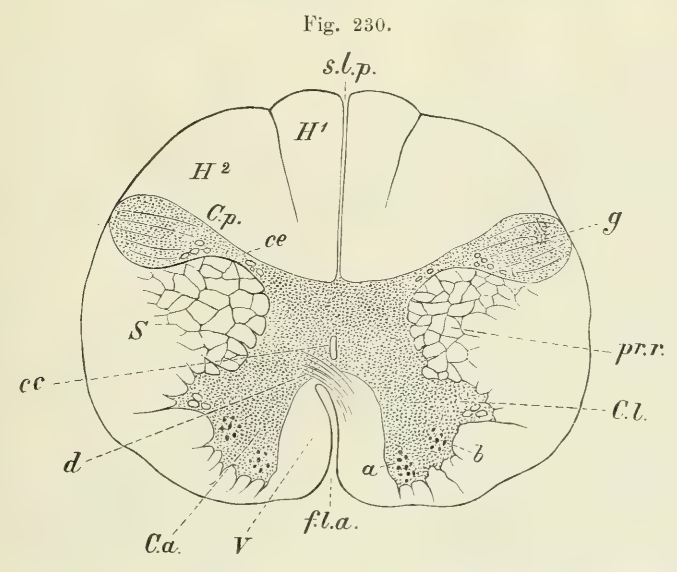


Fig. 230. Querschnitt des Halsmarks im Gebiet des Anfanges der Pyramidenkreuzung. $^6/_1$.
f.l.a., Fissura longitudinalis anterior, durch die Kreuzungsfasern d schief gestellt. s.l.p., Sulcus longitudinalis posterior. V, Vorderstrang, S, Seitenstrang, H^1 u. H^2, die beiden Abtheilungen der Hinterstränge. cc, Centralcanal. C.a., Vorderhorn. a, mediale, b, laterale Ganglienzellengruppe des Vorderhorns. C.l., Seitenhorn. pr.r., Processus reticularis. C.p., Hinterhorn. ce, dessen Hals, g, dessen Kopf (Substantia gelatinosa).

von etwa 140° zwischen sich lassen; d. h. die Hintersäulen haben fast eine horizontale Lage angenommen. Im Dorsalmark aber laufen diese Axen in sagittaler Richtung fast einander parallel, ebenso im unteren Halsmark.

Mit dieser Umlegung geht Hand in Hand eine veränderte Form und Grösse der Funiculi graciles und cuneati (Fig. 229 und 230, H¹ u. H²), welche an Breitenausdehnung zu-, an sagittaler Ausdehnung etwas abgenommen haben.

Diese Breitenzunahme der Hinterstränge nimmt alsbald einen noch stärkeren Grad an, und zwar in Folge der Einlagerung **grauer Substanz** in dieselben. Diese graue Substanz geht aus von der Basis der Hinterhörner (Fig. 231 ng, nc).

Fig. 231.

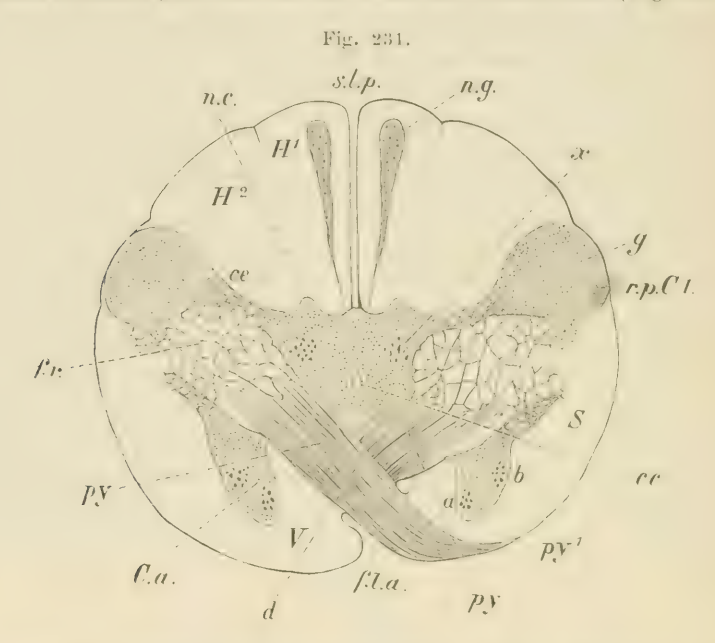


Fig. 231. Querschnitt durch das Uebergangsgebiet der Medulla spinalis in die Medulla oblongata innerhalb der Pyrmaidenkreuzung. $^6/_1$.

f.l.a., Fissura loagitudinalis anterior, durch die sich kreuzenden Pyramidenbündel (py, py¹) seitlich verschoben. d, Pyramidenkreuzung. V, Vorderstrang. C.a., Vorderhorn mit seinen Ganglienzellengruppen a und b. cc, Centralcanal. S, Seitenstrang. fr., Formatio reticularis. ce, Hals, g, Kopf des Hinterhorns. r.p.C.I., hintere Wurzel des ersten Cervicalnerven. n.c., erste Andeutung des Nucleus funiculi cuneati. n.g., Nucleus funiculi gracilis. H¹, Funiculus gracilis. H², Funiculus cuneatis. s.l.p., Sulcus long. posterior. x, Ganglienzellengruppe in der Basis des Hinterhorns.

Anfänglich schmal und niedrig, wächst die graue Substanz der Hinterstränge, der **Nucleus funiculi gracilis** und **cuneati**, hintere Nebenhörner [**Reichert**], sehr rasch, und wir treffen sie alsbald zu mächtigen Vorsprüngen entwickelt (Fig. 232 ng, nc). Der Nucleus f. cuneati trägt an seinem convexen Kopfe noch einen kleinen Nebenkern, den Nucleus s. cuneati externus. Die Zunahme ist noch grösser, als sie bei der Vergleichung der Figuren 231 und 232 erscheint, denn der letztere Querschnitt ist nur vier mal, ersterer sechs mal vergrössert abgebildet. Der Kopf des Hinterhorns ist in Folge der Gegenwart dieser Kerne unter die Horizontale herabgedrückt worden. Der Kopf des Hinterhorns zeigt einen ansehnlichen halbmondförmigen Beleg von weisser Substanz (Fig. 232 a.V), welcher weiter unten sehr schmal begann; in diesem Beleg liegt die quergeschnittene aufsteigende Wurzel des fünften Hirnnerven, des Trigeminus vor,

die in diesem Kopfe ihren Ursprung (Kern) hat. Was das Auftreten der hinteren Nebenhörner betrifft, so findet dasselbe bereits im Gebiete der Pyramidenkreuzung statt. Cerebralwärts vor derselben erreichen sie ihre grösste Entwicklung. Aeusserlich ist das mediale Nebenhorn durch die Clava, das laterale Nebenhorn durch das Tuberculum cuneatum ausgesprochen.

Als eine sehr auffallende Erscheinung macht sich bei der Vergleichung der Figuren 231 und 232 sofort die Verringerung des Querschnitts der weissen Substanz geltend, die im Bereich des Hinter- und Seitenstrangs statt hat. Was ersteren betrifft, so ist das mediale Nebenhorn nur mit einer sehr dünnen Markschale bedeckt, während das laterale Nebenhorn immer ein ansehnlicheres Marklager über sich hat.

Fig. 232.

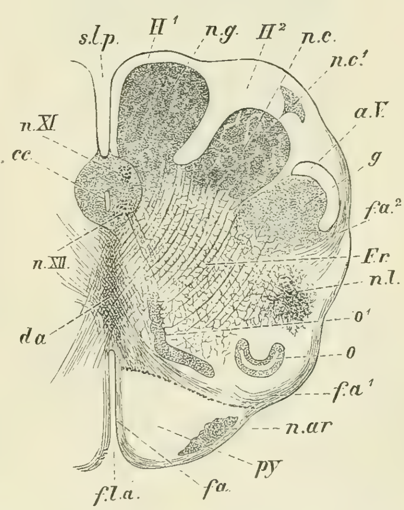


Fig. 232. Querschnitt der Medulla oblongata in der Gegend der sog. oberen Pyramidenkreuzung. $^4/_1$.

f.l.a., Fissura longit. anterior. s.l.p., Sulcus longit. posterior. n.XI., Kern des Accessorius vagi. n.XII., Kern des Hypoglossus mit sich entwickelnden Nervenfasern. d.a., sog. obere oder vordere Pyramidenkreuzung. py, Pyramidenstrang. n.ar., Nucleus arciformis o¹, mediale Nebenolive, o, Anfang des Olivenkerns. n.l., Kern des Seitenstranges. F.r., Formatio reticularis. g, Substantia gelatinosa mit a.V., der aufsteigenden Wurzel des Trigeminus. n.c., Kern des Keilstrangs. n.c., Nucleus externus funiculi cuneati. n.g., Kern des zarten Stranges. H¹, zarter Strang, H², Keilstrang. cc, Centralcanal. f.a, f.a¹, f.a², Fibrae arciformes externae (genauere Erklärung derselben im Text).

Beide Nebenhörner enthalten zahlreiche Ganglienzellen, das mediale mehr zerstreute von ansehnlicher Grösse, das laterale zahlreichere kleine. Das Auftreten der Nebenhörner kann man auch in folgender Weise ausdrücken: die schon im Gebiet des zweiten Halsnerven wahrnehmbare Vergrösserung der Basis der Hinterhörner nimmt weiter cerebralwärts so beträchtlich zu, dass sie in zwei dorsalwärts gerichtete Hügel (die beiden Nebenhörner) vorspringt.

Fassen wir im Anschluss hieran das Bild eines Querschnittes ins Auge, welches die Medulla oblongata nach eröffnetem Centralkanale zeigt, so lassen sich dessen zugehörige Einzelheiten sehr wohl aus dem Vorausgehenden verstehen. Den Boden des vierten Ventrikels nimmt die Lamina cinerea foveae rhomboidalis ein, und erblicken wir als besondere Bestandtheile derselben neben dem Sulcus longitudinalis den Nucleus hypoglossi (Fig. 233, n.XII) als Ursprungskern des zwölften Hirnnerven; lateralwärts von ihm liegt der Nucleus vagi, der Ursprungskern des 10. Hirnnerven (n.X. und n.X¹). Medianwärts vom Nucleus hypoglossi hat die Lamina cinerea einen besonderen kleinen Kern entwickelt, den Nucleus funiculi teretis. Zwischen dem Hypoglossus- und Vaguskern zieht sich ein grauer Strang, der Richtung der benachbarten Vaguswurzel folgend, ventro-lateralwärts, der Nucleus ambiguus (n.am.). Der Vaguskern ist ventral begrenzt von einem Markbündel, dem solitären Bündel, Funiculus solitarius (f.s.). Nun treffen wir aber lateralwärts vom Vaguskern die drei uns hier zunächst interessirenden grauen Massen an, die uns schon aus dem retro-ventrikulären Theil der Medulla oblongata bekannt sind, den Nucleus gracilis (ng), den Nucleus

cuneatus (n.c) sowie den ventro-lateralwärts hinabgedrückten Kopf der Hintersäule (g) mit der ihn aussen umsäumenden aufsteigenden Trigeminuswurzel (a.V.).

Fig. 233.

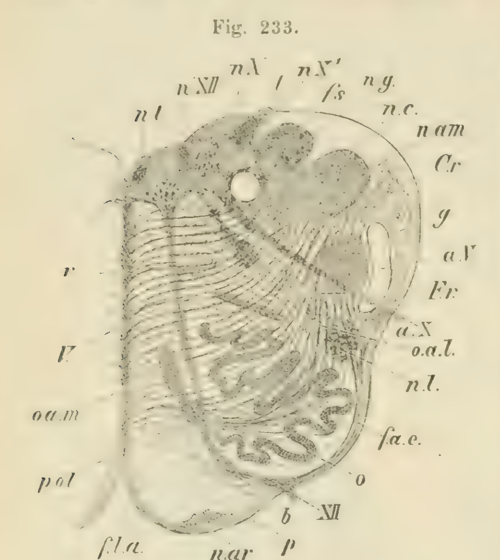


Fig. 233. Querschnitt durch die Medulla oblongata etwa in der Mitte der Olive [4/1].

n.XII, Kern des Hypoglossus. nX zellenreicher, nX' zellenarmer Theil des Vagus-Kernes. n.t., Kern des Funiculus teres. XII, N hypoglossus. X, N. vagus. n.am., nucleus ambiguus. n.l., Kern des Seitenstranges. o, Olivenkern. o.a.l., äussere Nebenolive. o.a.m., innere Nebenolive. n.g., Kern des Funiculus gracilis. n c, Kern des Funiculus cuneatus. g, substantia gelatinosa a.V., aufsteigende Wurzel des Trigeminus. f.s., funiculus solitarius (Bündel von Lenhossek). t, Abgangsstelle der Taenia sinus rhomboidalis vergl. S. 361. C.r., Corpus restiforme. p, Pyramidenstrang; derselbe wird umgürtet von Fibrae arciformes externae f.a.e., die z. Th. bei b sich in die Tiefe senken, bei a aus Fasern hervorgeben, welche einerseits auf der Aussenseite des Corpus restiforme verlaufen, andererseits die gelatinöse Substanz g durchsetzen; letztere werden auch zum Theil zu inneren Bogenfasern; andere innere Bogenfasern sieht man aus n.g. und n.c. hervorgeben. Viele der inneren Bogenfasern dringen in die Olive ein; aus dem Hilus der letzteren entwickelt sich ein mächtigeres zur Raphe ziehendes Bündel: p.o.l., Pedunculus olivae. r, Raphe. F.r., Formatio reticularis, von den inneren Bogenfasern durchzogen. f.l.a., Fissura longitudinalis anterior. V, Vorderstrang- und zum Theil Seitenstrang-Grundbündel. n.ar, nucleus arciformis.

Ventralwärts vom gelatinösen Kopf der Hintersäule befindet sich in grosser Nähe der Querschnitt einer grauen Säule, welche Kern des Seitenstrangs der Medulla oblongata, Nucleus funiculi lateralis genannt wird. Ventralwärts vom Kern des Seitenstrangs fällt vor Allem ein gefaltetes Blatt grauer Substanz auf, der Olivenkern, Nucleus olivae, welcher dorsal und medial von zwei kleineren Kernen flankirt wird, der lateralen und medialen Nebenolive, Nucleus olivae accessorius medialis und lateralis. Der mediale heisst auch grosser Pyramidenkern, zum Unterschied von kleineren Pyramidenkernen, von welchen einer (n.ar) am ventralen Pyramidenrand, umsäumt von Bogenfasern, gelegen ist.

Schon in vorausgehenden, retroventricularen Querschnitten (Fig. 232) treffen wir die erwähnten neuen grauen Lager, so insbesondere den Kern des Seitenstrangs (n.l.), die mediale Nebenolive, als starke winkelig gebogene Platte, die mit dem dorsalen Schenkel zum Hypoglossuskern, d. i. zur motorischen Zellensäule hinaufsieht. Lateralwärts von der medialen Nebenolive zeigt sich der Anfangstheil des Nucleus olivae selbst, als kleiner geschlossener Doppelhalbmond, gleich einer embryonalen Gastrula. Der Funiculus pyramidalis zeigt einen kräftigen, von Fibrae arciformes umsäumten Nucleus arciformis.

Gehen wir jetzt nicht weiter cerebralwärts vor, sondern verweilen auf diesem Gebiete, welches uns mit dem Querschnitt Fig. 233 bereits an die vordere Grenze der Medulla oblongata brachte. Zum weiteren Verständniss ist es hier durchaus erforderlich, die Pyramidenkreuzung genauer zu untersuchen.

Die Pyramidenkreuzung, untere oder motorische Pyramidenkreuzung, besteht, wie bereits erwähnt worden ist, darin, dass die Pyramiden-Seitenstrangbündel des Rückenmarks an der Decussationsstelle unter Kreuzung in den Pyramidenstrang (besser die Pyramide) der Medulla oblongata übergehen und ihn bilden helfen. Die ungekreuzten Pyramiden-Vorderstrangbündel des Rückenmarks

werden durch die sich kreuzenden Seitenstrangbündel zur Seite gedrängt und bilden den lateralen Theil der Pyramide der Medulla oblongata.

Die Commissura anterior des Rückenmarks wird durch die Pyramidenkreuzung nicht aufgehoben, letztere tritt nicht an die Stelle der ersteren, wie sich schon aus der verschiedenartigen Zusammensetzung der Commissura anterior ergibt. Letztere bleibt vielmehr im Grunde der Kreuzung bestehen [Clarke] oder ihre Fasern durchflechten sich theilweise mit den Decussationsbündeln. Die vordere Commissur bleibt nicht allein während der Pyramidenkreuzung bestehen, sondern sie erstreckt sich auch noch über die Pyramidenkreuzung hinaus, wie wir alsbald sehen werden.

Um zur Pyramide der entgegengesetzten Seite zu gelangen, sind die Bündel der Pyramiden-Seitenstrangbahn im Gebiet des ersten Halsnerven bereits hart an die laterale Seite der Hintersäule herangetreten, von der sie vorher durch die seitliche Grenzschicht getrennt waren. Sie durchbrechen nunmehr denjenigen Theil der grauen Substanz, welcher die Basis des Vorderhorns darstellt, in ventrolateraler Richtung, überschreiten darauf die Fissura mediana anterior, sammeln sich im ventralen Gebiete des ursprünglichen Vorderstrangs, der von ihnen nach hinten gedrängt wird, und gehen jetzt in aufsteigende Längsrichtung über (Fig. 231, d).

Das Vorderhorn wird, wie Fig. 231 zeigt, von der centralen grauen Substanz durch die sich kreuzenden Pyramidenbündel (py) vollständig abgeschnürt. Und zwar geschieht diese Abschnürung durch eine immer mächtiger werdende, immer tiefer eindringende Ausbildung der Processus reticulares, welche die Pyramidenbündel in ihre Maschen aufnehmen. Durch die Pyramidenkreuzung kommt es auf diese Weise zu einer, den grössten Theil des Seitenstrangs ergreifenden netzförmigen Anordnung der Substanz, zur Formatio reticularis, wie sie von hier an heisst. Selbst der Processus lateralis (das Seitenhorn) wird in die Bildung der Formatio reticularis einbezogen.

Die Richtung der sich kreuzenden Bündel ist nicht allein eine ventrolaterale, sondern auch eine zur Längsaxe des Medullarrohrs spitzwinkelig geneigte, nicht also in transversaler Ebene liegende. Man kann daher durch einen Querschnitt der Medulla ein Pyramidenbündel nicht in dessen Längsaxe treffen, so dass eine Faser aus dem Seitenstrang in die Pyramide verfolgt werden könnte, wie es in Fig. 232 schematisch dargestellt ist. Die Kreuzungsbündel werden vielmehr schräg getroffen. Je nach der Stelle, an welcher ein Kreuzungsbündel getroffen wird, liegt dasselbe (schräg getroffen) entweder in seiner ganzen Ausdehnung vom Seitenstrang zum Vorderstrang der anderen Seite vor, oder es erreicht den Vorderstrang nicht mehr. In letzterem Fall bildet der Schrägschnitt des Kreuzungsbündels einen ventralwärts sich zuspitzenden, jederseits von einer Spalte begrenzten Zapfen (Fig. 234, d), den von Stilling

Fig. 234.

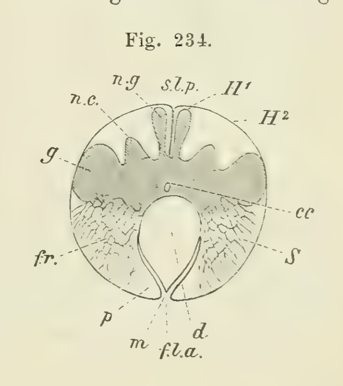


Fig. 234. Querschnitt durch die Pyramidenkreuzung. Nach Stilling. $^2/_1$.

f.l.a., Fissura longitudinalis anterior, durch den sog. Processus mamillaris m, in zwei Spalten zerlegt. p, sich bildender Pyramidenstrang. S, Seitenstrang mit Formatio reticularis; die Reste der Vorderhörner sind nicht dargestellt, cc, Centralcanal. g, gelatinöse Substanz des Hinterhorns. n.g, Kern des zarten Stranges H¹, n.c., Kern des Keilstranges H². s.l.p., Sulcus longitudinalis posterior.

sogenannten zitzenförmigen Fortsatz (Processus mamillaris s. mastoideus). Letzterer ist hiernach nichts anderes, als ein in der Fissura mediana anterior liegendes, schräg geschnittenes Kreuzungsbündel.

Am oberen Ende der Pyramidenkreuzung, die man häufig auch die untere, grobbündelige, motorische zu nennen pflegt, folgt eine in grösserer Tiefe sich vollziehende, nur mikroskopisch als solche wahrnehmbare Kreuzung von ansehnlichen Fasermengen, welche aus der Gegend der Basis der Hintersäulen und ihrer Nebenhörner stammen, steil ventro-lateralwärts zur Mittellinie ziehen, diese überschreiten und auf der anderen Seite theils der dorsalen Fläche der Pyramide sich anlegen und in aufsteigende Richtung übergehen, theils in äussere Bogenfasern überzugehen scheinen (Fig. 232). Ueber die Bedeutung dieser Kreuzung, deren Vorhandensein zweifellos feststeht, und die auch die obere, feinbündelige, sensible Pyramidenkreuzung heisst, sind die Meinungen getheilt. Es lag nahe, die sich kreuzenden Fasern aus den Hintersträngen stammen zu lassen, da durch weiteres Umsichgreifen der Formatio reticularis der Kopf der Hintersäule in ähnlicher Weise von seiner Basis abgeschnitten wird (Fig. 232), wie schon zuvor der Kopf der Vordersäule von der seinigen. Hierüber orientirt das Folgende:

Nach den neueren Untersuchungen von Flechsig, deren Ergebnisse ich auf Grund des Studiums zahlreicher in seinem Laboratorium gesehener Präparate für die am besten begründeten halten muss, verhält sich die Sache folgendermassen: die unter dem Namen obere Pyramidenkreuzung zusammengefassten Bündel zerfallen auf Grund der successiven Markumhüllung in mehrere wohlgesonderte Abtheilungen. Sieht man zunächst ab von sehr frühzeitig (bereits bei ca. 25 cm langen Fötus) markhaltigen Zügen, welche der vorderen Commissur des Rückenmarks entsprechen, beziehungsweise angehören, und welche meist zwischen Bündel der unteren Pyramidenkreuzung eingeschoben sind — so enthält die obere Pyramidenkreuzung mindestens noch zwei verschiedenartige Systeme: 1) Ein bereits bei ca. 28 cm langen Fötus markhaltiges, dessen Fasern sich, wie die Bündel der Pyramiden-Seitenstrangbahnen, meist annähernd rechtwinkelig kreuzen. Die sagittale Ausdehnung dieser Kreuzungen ist grösser als die der unter 2) zu erwähnenden; sie überragen letztere cerebral- und spinalwärts. Ihre Fasern gehen ausschliesslich aus den Burdach'schen Keilsträngen, beziehungsweise deren Kernen hervor und gelangen nach Ueberschreitung der Mittellinie theils in die Formatio reticularis, theils in die Olivenzwischenschicht. 2) Ein erst bei ca. 43 cm langen Fötus markhaltig werdendes System, dessen Bündel sich mehr spitzwinkelig kreuzen. Diese Kreuzung ist massiger als die unter 1) erwähnte; sie ist es vornehmlich, die von den Autoren als „obere Pyramidenkreuzung“ beschrieben wird. Ihre Fasern gehen ganz überwiegend, wenn nicht ausschliesslich hervor aus den Kernen der zarten Stränge und gelangen nach Ueberschreitung der Mittellinie in die Olivenzwischenschicht, deren Hauptbestandtheil (mindestens $^2/_3$) sie bilden. Sie biegen hier ganz überwiegend in die Längsrichtung um und verlaufen durch die Schleifenschicht zum Grosshirn. Ein Theil der in die Olivenzwischenschicht eingetretenen Bündel des Systems 2 verlässt diese Schicht wieder, umgürtet oder durchbricht die Pyramiden und setzt sich in

Fibrae arcuatae externae anteriores fort, die sich dem Corpus restiforme zugesellen *).

Mit dem über die obere Pyramidenkreuzung soeben Gesagten müssen wir uns an dieser Stelle einstweilen zufrieden stellen, indem das noch Fehlende erst bei der zusammenhängenden Betrachtung der Leitungsbahnen (s. diesen Abschnitt) ergänzt werden kann.

Durch das Auftreten der unteren Pyramidenkreuzung werden die Vorderstrangreste, d. h. diejenigen Theile des Vorderstrangs, welche nach Abzug der Pyramiden-Vorderstrangbündel übrig bleiben, die Vorderstranggrundbündel von Flechsig, zwischen die Kreuzungsbündel und Vordersäulen eingekeilt, und liegen hier zwischen den medialen Flächen der Vordersäulen und den lateralen Flächen der Kreuzungsbündel. Gleichzeitig mit dem Rückzug der Vordersäulen in die Nähe des Centralkanals, wie er sich mit der Beendigung der Pyramidenkreuzung vollzieht, nehmen auch die Vorderstranggrundbündel eine dorsalere Lage ein, indem sie der ventralen und medialen Wand der verkleinerten Vordersäulen folgen. Hat sich einmal der Centralkanal eröffnet, so werden wir den Vorderstranggrundbündeln an ihrem alten Platze begegnen müssen, neben der Medianebene, ventralwärts von der Lamina cinerea fossae rhomboidalis, ventralwärts vom Hypoglossuskern. Hier werden wir sie später unter dem Namen hintere Längsbündel wieder kennen lernen.

Durch das Auftreten der Pyramidenkreuzung ist ferner der Seitenstrang um den Betrag der Pyramiden-Seitenstrangbahn ärmer geworden. Der ursprüngliche (medullare) Vorderstrang dagegen wird in der Medulla oblongata um den Betrag der Pyramiden Seitenstrangbahn reicher.

Die Pyramiden der Medulla oblongata geben auf dem Querschnitt folgendes Bild. Sie sind medianwärts begrenzt durch die Fissura mediana anterior, sowie durch Fibrae arcuatae, welche von der lateralen Fläche der Medulla oblongata medianwärts ziehen und in die Fissura mediana einlaufen. Die ventrale Grenze liegt frei, oder ist vielmehr ebenfalls durch jene Gürtelfasern bestimmt. Die dorsale Grenze ist gegeben durch die Fasern der oberen Pyramidenkreuzung, die mediale Nebenolive und die ventrale Fläche der Vorderstranggrundbündel, später der Olivenzwischenschicht, welche beide man der Formatio reticularis beizuzählen pflegt. An ihrer dorso-lateralen Grenze ziehen die von ihrem Kern zu ihrer Austrittsstelle laufenden Wurzelbündel des Hypoglossus vorüber und begrenzen so die laterale Fläche der Pyramide.

Die Pyramiden lassen sich in Folge ihrer gröberen Bündelung auf Querschnitten leicht von den dorsal angrenzenden Theilen der Formatio reticularis unterscheiden, welche feiner und in regelmässigerer Quer- und Sagittalrichtung zerklüftet ist. Die Pyramidenbündel verflechten sich ferner untereinander in spitzen Winkeln, so dass ein Querschnitt der Medulla beständig auch Schrägschnitte von Pyramidenbündeln enthält. An der ventralen Fläche der Pyramiden finden sich die schon erwähnten Nuclei arciformes vor, von welchen Einige annehmen zu dürfen glauben, dass sie den Pyramiden neue Fasern zuführen. Einen Zuwuchs von Fasern liefern nach Einigen auch die Fibrae arciformes,

*) S. Paul Flechsig, Ueber die Verbindungen der Hinterstränge mit dem Gehirn. Neurologisches Centralblatt, 1885, Nr. 5.

welche den Pyramiden so nahe sind: sie sollen ihnen in Längsrichtung übergehende Fasern zuführen.

Was die Bogenfasern (Formatio arcuata) der Medulla oblongata betrifft, so unterscheidet man

1) **Fibrae arciformes externae posteriores.**

Sie verlaufen von der dorsalen Seite des Corpus restiforme zum Seitenstrang und haben während dieses intermediären Verlaufes ganz oberflächliche Lage (Fig. 232 f.a, Fig. 233 a). Sie entsprechen der Kleinhirnseitenstrangbahn.

2) Fibrae arciformes externae anteriores (Fig 232 f.a, Fig. 233 f.a.e).

Sie überziehen Oliven und Pyramiden und stammen theils aus dem Corpus restiforme, theils aus Fibrae arciformes internae, welche nach Durchsetzung der Substantia gelatinosa des Hinterhornkopfes in der Furche zwischen Olive und Corpus restiforme die Oberfläche gewinnen. Sie schlagen auf ihrem ventralen Wege verschiedene Bahnen ein. Die inneren stehen zur Olive in nächster Nachbarschaft: die mittleren treten in die Furche zwischen Olive und Pyramide ein und gelangen entweder zur Pyramide oder zur Raphe; die äusseren umkreisen die Pyramide bis zur Raphe und dringen entweder in die Pyramide oder in die Raphe ein, kreuzen sich hier mit denjenigen der anderen Seite und werden zu Fibrae arciformes internae dieser Seite (Fig. 233 bei f.l.a).

3) **Fibrae arciformes internae posteriores** (Fig. 233).

Sie gehören dem dorsal von den Oliven gelegenen Gebiete an und ziehen von dem Gebiet der Hintersäulen medianwärts zur Raphe. Sie stammen scheinbar von den Keil- und zarten Strängen ab.

4) **Fibrae arciformes internae olivares.**

Sie werden dargestellt durch diejenigen Theile der Bogenfasern, welche die Oliven durchziehen und durch Fasern aus letzten verstärkt werden.

5) **Fibrae arciformes internae anteriores.**

Hierunter sind diejenigen inneren Bogenfasern zu verstehen, welche lateralwärts verlaufend zu äusseren Bogenfasern werden und bei letzteren schon erwähnt wurden.

Die inneren Bogenfasern sind nun, indem sie in mehr oder weniger transversaler Richtung oder concentrisch zur lateralen und ventralen Oberfläche der Medulla oblongata die davon betroffene Substanz zerklüften, als eine der Ursachen zu bezeichnen, welche die Formatio reticularis bedingen. Als zweite Ursache macht sich geltend eine in senkrecht zu den Bogenfasern verlaufenden Linien vor sich gehende Zerklüftung. Ein drittes Moment für das Zustandekommen einer echten Formatio reticularis ist die Betheiligung grauer Substanz, d. h. von Ganglienzellen an der Bildung der Netze. Charakteristisch für die Formatio reticularis ist hienach ein Geflecht von longitudinalen und transversalen Fasern, in welches multipolare Ganglienzellen reichlich eingestreut sind. Eine solche Zerklüftung findet sich in der Medulla oblongata vor Allem im Gebiet der Seitenstränge vor, während sie in das Gebiet der Hinterstränge nur mit ihren letzten Ausläufern eingreift. In dem medianwärts von den Hypoglossuswurzeln liegenden Gebiet der Medulla oblongata findet sich zwar eine Zerklüftung der hier liegenden Längsstränge vor, allein graue Substanz nimmt an dieser Zerklüftung und Netzbildung nicht, oder nur ganz sporadisch Theil. Man hat aus diesem Grunde auch unterschieden zwischen einer Formatio

reticularis grisea und alba. Dorsal von den Pyramiden haben wir hiernach eine Formatio reticularis alba vor uns. Im Seitenstrang hingegen und theilweise im Corpus restiforme liegt eine Formatio reticularis grisea vor. Der Kern des Seitenstrangs (Fig. 233 n.l) ist eine compactere, weniger zerklüftete graue Masse im Gebiet dieser Formatio reticularis grisea.

Die beiden symmetrischen Seitenhälften der Medulla oblongata sind im Gebiet der Pyramidenkreuzung miteinander verbunden, einmal durch die Kreuzungsbündel selbst und die vordere Commissur, sodann durch den ventral und dorsal vom Centralkanal gelegenen Mitteltheil grauer Substanz. An Stelle der unteren Pyramidenkreuzung tritt weiter oben die obere Pyramidenkreuzung als Verbindungsmittel ein. Sie ist zu betrachten als der Anfangstheil der Raphe (Septum medianum) der Medulla oblongata. Schon im retroventricularen Abschnitt der letzteren vorhanden, erstreckt sie sich vorwärts nicht allein über den ganzen ventricularen Abschnitt, sondern über das Gebiet der Medulla hinaus bis in das Mittelhirn hinein. Ihre grösste Länge mit 1 cm und mehr hat sie im ventricularen Abschnitt der Medulla oblongata. Sie reicht hier vom Grunde der vorderen Längsspalte bis zur Lamina cinerea foveae rhomboidalis, oder durchbricht median selbst letztere, so dass beide Seitenhälften allein durch die Raphe miteinander verbunden sind.

Die Raphe besteht nicht bloss aus Stützsubstanz (Neuroglia) und innerhalb derselben verlaufenden Gefässen, sondern sie enthält vor Allem auch Nervenfasern in grosser Menge; hiezu kommen selbst zerstreute, an manchen Stellen zu kernartigen Gruppen gehäufte Ganglienzellen (Nuclei arciformes septi mediani).

Die markhaltigen Nervenfasern, welche in die Zusammensetzung der Raphe eingehen, entstammen überwiegend den Fibrae arciformes, zu einem kleineren Theil auch den grauen Ursprungskernen der Hirnnerven. Die Fasern der Fibrae arciformes externae anteriores ziehen um die Pyramiden herum zur vorderen Medianfissur und treten als Fibrae rectae in die ventrale Kante ein (Fig. 233, bei f.l.a). Sie verlaufen jedoch nicht genau in ventrodorsaler Richtung, sondern nähern sich früher oder später der entgegensetzten Seite und gehen mit den entsprechenden Fasern derselben spitzwinkelige Kreuzungen ein. Die Bündel der Fibrae arciformes internae fahren, nachdem sie in ihrem bogenförmigen Zuge zur Raphe gelangt sind, an letzterer theils pinselförmig auseinander, theils verlaufen sie geraden Weges zur entgegengesetzten Seite. Auch jene dorsal- und ventralwärts gerichteten auseinanderweichenden Fasern gelangen früher oder später zur entgegengesetzten Seite, indem sie sich mit den entsprechenden Fasern der letzteren kreuzen. Die aus den Ursprungskernen der Nerven stammenden Fasern der Raphe kreuzen sich in letzterer früher oder später ebenfalls mit den entsprechenden Fasern der anderen Seite; sie können vorher also eine Strecke weit in dorsoventraler Richtung verlaufen.

Hiermit ist bereits ein Bild gewonnen von der Vertheilung der grauen und weissen Substanz in den verschiedenen Höhen der Medulla oblongata, sowie von den Formveränderungen, welche den inneren Bau derselben gegenüber dem Rückenmark auszeichnen. Zur Vervollständigung dieses Bildes, sowie zur Andeutung der Lücken, welche erst in späteren Abschnitten ausgefüllt werden können, ist das Folgende zu bemerken.

Im Gebiete der Medulla oblongata liegen die Ursprungskerne des zwölften,

zehnten, neunten, sowie eines Theiles des elften, achten und fünften Gehirnnerven. Der elfte greift medullarwärts, der fünfte und achte cerebralwärts darüber hinaus. Diese Kerne liegen theils im retroventrikularen Abschnitt der Medulla oblongata, wo sie sich an die Kerne der spinalen Nervenwurzeln unmittelbar anschliessen, theils im ventrikularen Abschnitt, innerhalb der Lamina cinerea foveae rhomboidalis, die wiederum Fortsetzungen der retroventrikularen grauen Massen enthält. Wir werden, um nicht Zusammengehöriges zu trennen, die Kerne sämmtlicher Gehirnnerven zusammenhängend im folgenden Abschnitt behandeln, da sie eine wohlbegrenzte Gruppe besonderer Gebilde darstellen, die erst im Mittelhirn ihren vorderen Abschluss besitzt.

Hier ist dagegen von den Wurzeln derjenigen Gehirnnerven, deren Ursprung der Medulla oblongata angehört, einstweilen insoweit Kenntniss zu nehmen, als ihr Verlauf durch die Substanz der Medulla oblongata wichtige Anhaltspunkte gewährt zur Gliederung derselben in bestimmte Felder.

Die Nervenwurzeln, welche hier in Betracht kommen, sind diejenigen des Hypoglossus (Fig. 233, XII), des Vagus (X) und in dessen Fortsetzung des Glossopharyngeus.

Die Wurzeln des Hypoglossus ziehen von ihrem Kern aus (Fig. 233, n.XII) ventralwärts, mit geringer Neigung zur Seite, und gelangen, indem sie theils die innere Nebenolive und selbst angrenzende Theile des Olivenkerns durchsetzen, theils zwischen Olivenkern und innerer Nebenolive ihren Lauf nehmen, im Sulcus lateralis anterior an die Oberfläche. Die ventrale Hälfte der intramedullaren Bahn der Wurzel hat nicht selten wellenförmige Biegungen und strebt zugleich stärker lateralwärts.

Die Wurzeln des Vagus (Fig. 233, XII) schlagen, indem sie von ihrem zugehörigen Kern aus den Sulcus lateralis posterior aufsuchen, einen lateralen und zugleich ventralen Weg ein, lassen den Nucleus ambiguus und Nucleus lateralis medianwärts liegen, durchbrechen den Kopf der Hintersäule und die Gürtelfasern und treten zur Oberfläche. Aehnlich verhält sich weiter vorn der Glossopharyngeus.

Durch die Hypoglossus- und Vaguswurzeln wird nun, wie ein Blick auf Fig. 233 zeigt, der Raum jeder Seitenhälfte der Medulla oblongata in drei Felder abgetheilt, in ein mediales, zwischen Raphe und Hypoglossuswurzel gelegenes, ein seitliches, welches das Gebiet zwischen Hypoglossus- und Vaguswurzel einnimmt, und in ein hinteres, welches dorso-lateralwärts vom Vagus liegt. In Hinsicht auf die uns vom Rückenmark bekannten Verhältnisse haben wir in dem erwähnten medialen Felde jene Abtheilung vor uns, welche dem Vorderstrang des Rückenmarks entspricht; das seitliche Feld ist dem Seitenstrang des Rückenmarks an die Seite zu setzen, das hintere dem Hinterstrang. Die hintere Wurzel ist eben innerhalb der Medulla oblongata herabgedrückt und im Bereich des Vagus selbst unter die Horizontale herabgesunken, statt wie im Rückenmark steil dorsalwärts aufgerichtet zu sein. Rotiren wir sie dorsalwärts zurück und lassen den Hinterstrang ihr folgen, so hat die Uebersichtlichkeit gewonnen.

Schon bei der äusseren Untersuchung der Medulla oblongata wurde Veranlassung genommen, entsprechend den verschiedenen Furchen eine Zerlegung in Stränge vorzunehmen. Bei der inneren Untersuchung ergibt es sich, dass die Benützung der die Furchen zu ihrem Austritt wählenden Nervenwurzeln es

gestattet, eine fast die ganze Dicke der Medulla oblongata betreffende Sonderung vorzunehmen. Die verhältnissmässig dünne Lamina cinerea mit ihren Nervenkernen allein wird von dieser Scheidung in Stränge nicht betroffen. Der dem medialen Feld entsprechende Strang der Medulla oblongata heisst auch, wie bereits S. 357 erwähnt wurde, Pyramidenstrang; der dem seitlichen Feld entsprechende Strang, Olivenstrang; der dem hinteren Feld entsprechendes Corpus restiforme. Der Name Pyramide dient bloss zur Bezeichnung des ventralen Abschnittes des Pyramidenstranges, d. i. desjenigen, der die Pyramidenbahn enthält. Dies ist auseinander zu halten, um Verwechselungen vorzubeugen.

Betrachten wir den Inhalt der einzelnen Felder, so enthält das mediale Feld, welches eine keilförmige Gestalt mit ventraler Basis und dorsaler, an den Hypoglossuskern stossender Spitze besitzt, als Basis die Pyramide, mit den sie umsäumenden Gürtelfasern und den Nuclei arciformes; dorsalwärts von der Pyramide liegt eine zwischen den Olivenkernen beider Seiten befindliche Schicht, die von Flechsig sogenannte Olivenzwischenschicht, welche durch die Raphe in eine linke und rechte Hälfte zerfällt; hiezu kommt die lateralwärts liegende innere Nebenolive, welche zahlreiche multipolare Nervenzellen einschliesst und gewissermassen als ein abgetrennter Theil des Olivenkerns betrachtet werden kann. Dorsalwärts von der Olivenzwischenschicht liegt das Vorderstranggrundbündel (Vorderstrang des Rückenmarks ohne Vorderstrangpyramidenbündel) nebst einem Theil des Seitenstranggrundbündels (s. „Leitungsbahnen“).

Das seitliche Feld, ebenfalls keilförmig mit ventraler Basis, enthält als Basis vor Allem die Olive (untere oder grosse Olive) und den von ihr eingeschlossenen Olivenkern. Der letztere, auf dem Querschnitt ein wellig gebogenes Band von 0,33 mm Breite, ist am oberen und unteren Ende der Olive ringförmig geschlossen, im grösseren mittleren Theil aber medianwärts offen. Man nennt diese Pforte den Hilus olivae. Der Olivenkern besteht aus gelatinöser Substanz und zahlreichen multipolaren Ganglienzellen von 18—26 μ Durchmesser. Von aussen und innen wird die graue Platte des Olivenkerns reichlich durchsetzt von kleinen Bündeln markhaltiger Nervenfasern. Diese Nervenfasern treten von der Olivenzwischenschicht als grösseres Bündel, Pedunculus olivae, in den Hilus der Olive ein und strahlen gegen die Windungen des Nucleus olivae aus. Ein Theil der Fasern endigt in den Zellen; ein anderer, grösserer, geht durch die graue Substanz hindurch. Diejenigen Bündel, welche die dorsale Platte durchsetzen, gehen in Fibrae arciformes internae über; jene, die ventrale und laterale Platte durchbrechenden, scheinen zu Fibrae arciformes externae zu werden. Dorsalwärts vom Olivenkern liegt die äussere Nebenolive, deren Bau mit dem der Olive übereinstimmt und durch Bogenfasern in ähnlicher Weise zerklüftet wird.

Die hinteren Felder zeigen auf Querschnitten aus der Höhe der vollendeten Pyramidenkreuzung (Fig. 232) die Funiculi graciles mit ihren Kernen, die Funiculi cuneati mit ihren Kernen, den Kopf der Hintersäule mit der aufsteigenden Trigemiuswurzel, wie dies schon hervorgehoben worden ist. Nach aussen folgen die bereits erwähnten Fibrae arciformes und ist von diesen hier besonders an diejenigen Fasermassen zu erinnern, welche die Kleinhirn-Seitenstrangbahn darstellen, sowie an jene, welche als Fibrae arcuatae von den Oliven kommen. Ein anderer Theil von Fibrae arciformes, welche zu dem hinteren Feld der Medulla oblongata gelangen, stammt von der Gegend der Py-

ramiden her (s. oben S. 372). Diese beiden Faser-Abtheilungen, zusammen mit den Funiculi graciles und cuneati, machen den Kleinhirnstiel, Pedunculus cerebelli, das Corpus restiforme aus. Dessen innere (mediale) Abtheilung wird durch die zarten und die Keilstränge, seine äussere (laterale) durch die genannten Bogenfasern und durch die Kleinhirnseitenstrangbahn dargestellt. Vom Kleinhirnstiel ausgeschlossen ist dagegen der Funiculus Rolandi (äusserer Keilstrang, Fig. 232, 233, a.V, g), welcher den Kopf der grauen Hintersäule und die aufsteigende Trigeminuswurzel enthält: der Funiculus Rolandi setzt vielmehr seinen Weg in gerader Richtung in die Brücke fort. Wie es sich mit den im Funiculus gracilis und cuneatus (medialis) enthaltenen Fasern in Bezug auf den Nucleus gracilis und cuneatus, sowie in Bezug auf die etwaige Bahn dieser Stränge zum Kleinhirn verhält, hievon wird im Abschnitt „Leitungsbahnen" im Zusammenhang die Rede sein. Hier sei nur bemerkt, dass jene laterale Abtheilung des Pedunculus cerebelli (bestehend aus Bogenfasern aus der Pyramide, Olive und aus der Kleinhirnseitenstrangbahn) ganz zweckmässig auch Corpus restiforme im engeren Sinne genannt worden ist.

II. Secundäres Hinterhirn.

Die dem secundären Hinterhirn zugehörigen Theile sind: Das Kleinhirn mit den Marksegeln, und die Brücke, von welchen ersteres die dorsale, letztere die ventrale Abtheilung des secundären Hinterhirns darstellt.

1) Das Kleinhirn, *Cerebellum*.

Das Kleinhirn hat im Ganzen die Form eines von oben nach unten abgeplatteten Ellipsoides und ist mit seiner langen Axe (9—11 cm) quergestellt, während die kurze (4—6 cm) sagittal, die Dickenaxe (gegen 3 cm) vertikal verläuft. Das Kleinhirn deckt die Medulla oblongata, überragt sie weit nach beiden Seiten und füllt die unteren Gruben der Hinterhauptschuppe nahezu vollständig aus. Nach oben grenzt es an die hinteren Lappen des Grosshirns, welche von ihm durch das Tentorium getrennt werden. Sein Gewicht ist bei Männern und Weibern ungefähr gleich gross und beträgt 120—150 Gramm.

Man unterscheidet an ihm eine obere und untere Fläche, einen vorderen und hinteren Rand. Beide Ränder sind in verschiedener Weise eingeschnitten. Der Einschnitt des vorderen Randes, Incisura marginalis anterior s. semilunaris, ist breit, beiläufig halbmondförmig gebogen und nimmt den anstossenden Theil des Mittelhirns auf. Der Einschnitt des hinteren Randes, Incisura marginalis posterior s. marsupialis, bildet eine tiefe Einkerbung, die in ihrem Grunde sich leicht verbreitert und von steilen convexen Rändern begrenzt wird. Die beiden seitlichen Stellen, an welchen der vordere in den hinteren Rand übergeht, bilden stumpfe Ecken, Anguli laterales. An den Grenzen der beiden Einschnitte gegen den vorderen und hinteren Rand befinden sich ebenfalls Ecken, vorn und hinten je zwei, Anguli anteriores und posteriores, von welchen die hinteren stark abgerundet sind (Fig. 235).

Der mittlere, zwischen beiden Einschnitten gelegene Theil des Kleinhirns, der dorsal durch zwei seichte linienförmige, ventral durch zwei tiefe Furchen, die Sulci vermiculares superiores und inferiores, von den seitlichen Massen des Kleinhirns geschieden wird, heisst Wurm, Vermis superior und inferior, indem

Fig. 235.

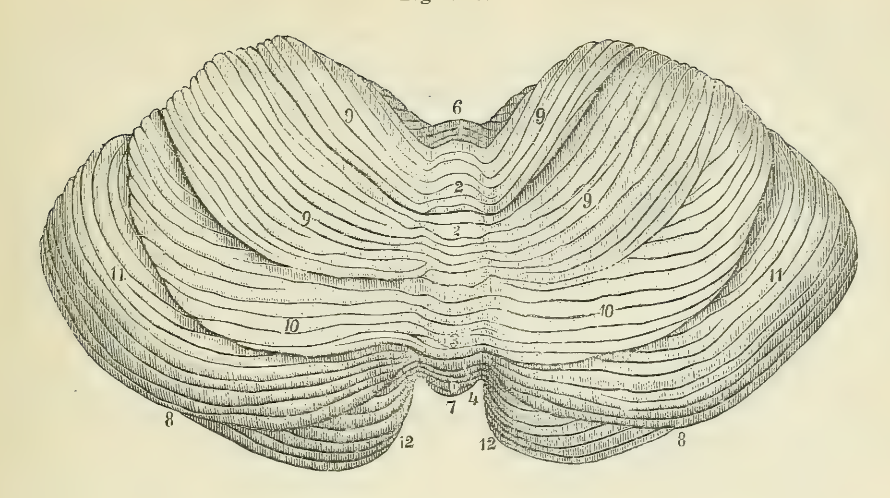


Fig. 235. Ansicht der oberen Fläche des Kleinhirns.

1, Lobus centralis, seitlich in seine alae übergehend. 2, 2, 3, monticulus und zwar 2, 2, lobus monticuli (culmen). 3, laminae transversae superiores (declive). 4, lamina transversa media (folium cacuminis). 5, laminae transversae inferiores (tuber valvulae). 6, incisura semilunaris. 7, incisura marsupialis. 8, sulcus horizontalis magnus. 9, 9, 10, Lobus quadrangularis und zwar 9, 9, lobus lunatus anterior. 10, lobus lunatus posterior. 11, lobus posterior superior (semilunaris superior). 12, lobus semilunaris inferior.

er schwach an den geringelten Körper eines Annuliden erinnert. Die seitlich vom Wurm gelegenen Kleinhirntheile stellen die Hemisphären des Kleinhirns, Hemisphaeria cerebelli, dar. Beide Flächen des Kleinhirns sind gewölbt, die obere schwach, die untere stark, insbesondere in sagittaler Richtung. Die Wölbung der unteren Fläche wird unterbrochen durch eine tiefe Einsenkung, welche hinterwärts in die Incisura marsupialis übergeht. Diese Einsenkung heisst das Thal, Vallecula, Vallecula Reilii. Der Grund des Thales wird von dem mit seinen verschiedenen Abschnitten mehr oder weniger vorspringenden Unterwurm eingenommen. Im vorderen Theil des Thales findet die Medulla oblongata Aufnahme. Die Convexität der oberen Kleinhirnfläche ist besonders im vorderen Theil des Oberwurms ausgesprochen und heisst diese Stelle darum Monticulus.

Untersucht man die Oberfläche des Kleinhirns, so ergibt sich alsbald, der Bau des Kleinhirns sei vorwiegend ein blätteriger. Richtiger ausgedrückt, haben wir im Kleinhirn seiner Hauptmasse nach eine obere und untere, randwärts verbundene, vielfach in Fältchen und Falten gelegte Platte grauer Substanz vor uns. Jedes einzelne Fältchen schliesst im Inneren eine Markleiste ein. Die einzelnen Markleisten verbinden sich untereinander in bestimmter Weise und geben dadurch Veranlassung zur Bildung des Markkerns, der Hemisphäre sowohl wie des Wurms. Die einzelnen grauen Blätter mit ihren Markleisten heissen Randwülste oder Läppchen des Kleinhirns, Kleinhirnwindungen, Gyri cerebelli. Die sie von einander trennenden Furchen werden Sulci cerebelli genannt. Die Markblätter der einzelnen Gyri sind ungefähr 0,5, die graue Belegschicht 1—1,5 mm dick, und zwar am freien Rande des Gyrus etwas dicker als an den Furchenflächen und im Grund der Furchen. So ergibt sich die durchschnittliche Breite eines Kleinhirngyrus von 2—3 mm. Die Furchen sind sehr verschieden tief, besonders je nachdem sie einzelne Gyri oder grössere Gruppen derselben

von einander scheiden. So gibt es Furchen von 2—27 mm Tiefe. Die Tiefe der Furchen und die Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte hat man dazu benutzt, um die Hemisphären und den Wurm des Kleinhirns in einzelne Lappen zu zerlegen. Was aber die nächste Bedeutung der Furchen und Falten ist, leuchtet ein, es wird durch sie eine bedeutende Oberflächenvergrösserung in kleinem Raum hervorgebracht.

Die ansehnlichen Massen von grauer Rinde, welche das Kleinhirn uns zeigt, sind nicht die einzige graue Substanz, aus welcher das Kleinhirn besteht; es beherbergt vielmehr noch andere wichtige graue Lager, welche zunächst hier nur namhaft gemacht werden sollen und zum Theil ebenfalls Faltung zeigen. Diese grauen Lager sind: Der Nucleus dentatus cerebelli, der Dachkern, der Nucleus emboliformis und der Kugelkern.

Die Hemisphären, der Wurm, die grauen Kerne und die Verbindungen des Kleinhirns mit den benachbarten Gehirntheilen, die hinter, vor und ventralwärts von ihm liegen, sind nunmehr im Einzelnen zu betrachten.

Während man an jeder Hemisphäre des Kleinhirns früher zwei obere und vier untere, durch ansehnlich tiefe Furchen von einander getrennte Lappen zu unterscheiden pflegte, hat man sich seit dem Vorgange von Henle gegenwärtig daran gewöhnt, in der regionalen Eintheilung jeder Hemisphäre nur drei Lappen zu unterscheiden, einen oberen, hinteren und unteren. Im Einzelnen jedoch weichen die verschiedenen Eintheilungsversuche in Lappen, was deren Grenzbestimmung betrifft, theilweise von einander ab.

Auf der oberen Fläche der Hemisphäre (Fig. 235) wird durch eine tief eindringende Furche (Sulcus cerebellaris superior posterior) ein Bezirk von vierseitiger Gestalt von einem hinteren halbmondförmigen Gebiet abgegrenzt. Ersterer bildet den Lobus quadrangularis (9,10). Der Lobus quadrangularis zerfällt durch eine quer über seinen mittleren Theil laufende Furche (Sulcus collateralis superior) in zwei nahezu gleich grosse Stücke, den Lobus lunatus anterior und posterior. Beide zusammen bilden den Vorderlappen des Kleinhirns.

Hinter ihm folgt der schon erwähnte halbmondförmige Lappen, Lobus semilunaris superior. Er wird von dem folgenden, in seinem Haupttheil der Unterfläche der Hemisphäre angehörigen Lobus semilunaris inferior geschieden durch den hinteren Theil einer tiefen und langen Furche, welche den Namen Sulcus magnus horizontalis hat, indem sie dazu dient, eine obere und untere Abtheilung der Hemisphäre von einander abzugrenzen. Dieser Sulcus erstreckt sich nämlich vorn über den Bereich der Lobi semilunares noch hinaus und kann über den Brückenschenkel hinweg bis zur vorderen Mittellinie verfolgt werden, wo er mit demjenigen der andern Seite zusammenfliesst. In ihn münden alle übrigen Furchen mit dem einen Ende aus. Beide Lobi semilunares jeder Hemisphäre, der obere und untere, machen den Hinterlappen des Kleinhirns aus. Von dem Lobus semilunaris inferior wird sehr gewöhnlich durch eine mehr oder weniger ansehnliche Furche (Sulcus gracilis) ein vorderes schlankes Stück abgeschnitten, welches häufig als ein besonderer Theil unterschieden wird, Lobus gracilis.

Der letztere, oder überhaupt der Hinterlappen des Kleinhirns wird von dem sich anschliessenden Unterlappen getrennt durch den Sulcus inferior lateralis. Der Unterlappen (Fig. 236) besteht aus drei sehr verschieden grossen Abthei-

Fig. 236.

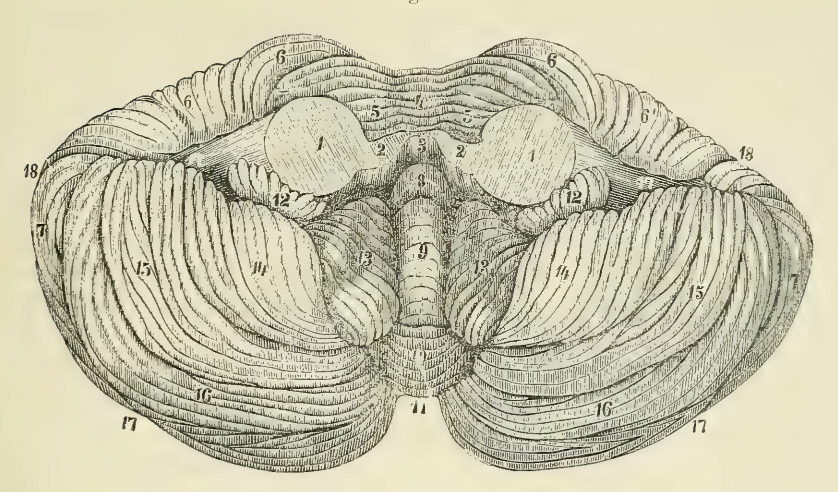


Fig. 236. Ansicht der unteren Fläche des Kleinhirns.

Sämmtliche Kleinhirnschenkel sind durchschnitten. 1, Schnittfläche der Brückenarme (inclusive untere Kleinhirnschenkel). 2, Schnittfläche der oberen (vorderen) Kleinhirnschenkel. 3, velum medullare anticum. 4, lobulus centralis. 5, dessen alae 6, 6', lobus quadrangularis (6, lobus lunatus anterior; 6', lobus lunatus posterior). 7, lobus posterior superior. 8, nodulus. 9, uvula. 10, pyramis. 11, incisura marsupialis. 12, flocculus. 13, tonsilla. 14, lobus cuneiformis s. biventer. 15. 16, lobus posterior inferior und zwar 15, lobus gracilis. 16, lobus semilunaris inferior. 17, 17, sulcus horizontalis magnus, von den Brückenschenkeln ausgehend. 18, sulcus cerebelli superior.

lungen, einer lateralen, medialen und einer vorderen. Am grössten ist die laterale; sie trägt den Namen Lobus cuneiformis s. biventer, indem ihre Masse durch eine häufig vorkommende tiefere Furche von wesentlich sagittaler Richtung (Sulcus collateralis inferior) in zwei Theile zerlegt werden kann. An den Lobus cuneiformis schliesst sich, durch den Sulcus inferior medialis von ihm getrennt, die Mandel, Lobus tonsillaris, Tonsilla an, die aus einer hufeisenförmig angeordneten Gruppe von Randwülsten besteht. Die Convexität dieses Hufeisens sieht nach hinten, seine Oeffnung nach vorn. Zwischen ihr und dem angrenzenden, zugehörigen Theil des Unterwurmes, der Uvula, zieht sich der Boden des Thals in eine lateralwärts vordringende Bucht, die beim Aufheben des medialen Schenkels der Tonsille zugänglich gemacht wird; sie hat den Namen Nest, Nidus avis, erhalten. Vor dem Lobus cuneiformis und dem lateralen Tonsillenschenkel liegt der letzte Bestandtheil des Unterlappens, die Flocke, Flocculus, durch den Sulcus inferior anterior von jenen beiden geschieden. Die Flocke ruht auf der unteren lateralen Fläche des Brückenschenkels, spitzt sich medianwärts zu und läuft in den aus Marksubstanz bestehenden Flockenstiel aus, der die Richtung medianwärts fortsetzt und sich dabei zu einer mehr oder minder dünnen Lamelle, dem hinteren Marksegel, Velum posterius, ausbreitet, dessen Ende seinerseits mit dem vorderen Theil des Unterwurms zusammen fliesst. Das hintere Marksegel mit dem Flockenstiel ist nichts anderes als der vordere obere Begrenzungsstreifen der Membrana tectoria ventriculi quarti, sowie seines Recessus lateralis, und mit der Berücksichtigung dieser Bedeutung in allen seinen Verhältnissen leicht verständlich. (Vergl. oben S. 362 und Fig. 227.)

Sehr häufig liegt lateralwärts von der Flocke, in der Spitze des Winkels, welchen die einander zugewendeten Ränder des Lobus cuneiformis und quadran-

gularis offen lassen, noch eine besondere kleine Gruppe von Randwülsten, welche den Brückenschenkeln unmittelbar aufsitzen. Sie führen den Namen Nebenflocken (Flocculi secundarii) (Fig. 236, an der Stelle von 17.)

Was den Wurm betrifft, dessen einzelne Gyri mit denjenigen der Hemisphären zusammenhängen, obwohl die Anzahl der Gyri bei beiden nicht in allen Abtheilungen die gleiche ist, so haben wir zuerst den Oberwurm in das Auge zu fassen. Er hat folgende Abtheilungen. Dem Vorderlappen des Kleinhirns gehören an (s. Fig. 235):

1) Das Centralläppchen, Lobulus centralis, die vordere Abtheilung des Oberwurms, die über dem vorderen Marksegel gelegen ist und zu beiden Seiten in die vordersten Blätter der Lobi quadrangulares übergeht. Sie werden durch den Sulcus superior anterior nach hinten begrenzt.

Vor dem Lobulus centralis erstrecken sich noch einige (4—6) terminale Gyri von flacher Gestalt und sich dachziegelartig deckend, auf das vordere Marksegel (Fig. 226); sie bilden in ihrer Gesammtheit die Lingula. Wie in Erinnerung an einen Hemisphärentheil befinden sich zur Seite der hinteren Blättchen noch einige kleine Vorsprünge (Frenula lingulae), welche sich gegen die Brückenschenkel ausdehnen.

2) Der Berg, monticulus, der grösste Theil des Oberwurms, an welchem man den vorderen höchsten Theil oder Gipfel (Culmen) und den hinteren Abhang (Declive) unterscheidet. Er vereinigt die Lobi quadrangulares miteinander. Zwischen dem Culmen und Declive dringt eine tiefe, bis in die Nähe des Ventrikeldaches reichende Furche ein. Ihr entspricht an der Hemisphäre der Sulcus collateralis superior. Geht man vom Wurme und vom fertigen Kleinhirn aus, so ist Veranlassung vorhanden, diese Furche als die Grenzfurche zwischen Vorder- und Hinterlappen zu beanspruchen [Schwalbe]. Entwicklungsgeschichtlich entsteht dagegen die Furche später, als die zur Eintheilung in Lappen benutzten Hauptfurchen [Kölliker]. Dem Lobus lunatus anterior gehört der Monticulus, dem Lobus lunatus posterior das Declive an.

Dem Hinterlappen der Hemisphäre gehören an:

1) Das Wipfelblatt, Folium cacuminis. Es befindet sich in der Incisura marginalis posterior und bildet die einfache schmale Commissur der zugeschärften medialen Enden der oberen Seminularlappen. Seine obere und untere Fläche ist quer gefurcht, als Andeutung eines Zerfalls in Gyri. Das Wipfelblatt bildet zugleich den hinteren Abschluss des Oberwurms. Dem Unterwurm gehört bereits an:

2) Der Klappenwulst, Tuber valvulae, Commissura brevis. Seine Gyri verbinden die unteren halbmondförmigen Lappen der Hemisphären. Seine hinteren Gyri sind kürzer, die vorderen länger.

Dem Unterlappen gehören an (Fig. 236):

1) Die Pyramide, Pyramis, mit stark nach hinten convexen Gyris, welche die Lobi cuneiformes miteinander verbinden.

2) Das Zäpfchen, Uvula, eine längliche schmale Gruppe von Randwülsten, welche zwischen den Mandeln liegen und die hinteren Enden derselben untereinander in Verbindung setzen.

3) Das Knötchen, Nodulus, ein kleiner, aus dichtgedrängten Gyris be-

stehender Körper, welcher mittels des hinteren Marksegels und der Flockenstiele die Flocken miteinander vereinigt.

Ueberblicken wir noch einmal die zur regionalen Eintheilung des Kleinhirns in Betracht kommenden Einschnitte und Furchen, so sind es die folgenden: Incisura semilunaris und marsupialis, Sulci vermiculares superiores und inferiores, Sulcus superior anterior und posterior, Sulcus collateralis superior, Sulcus horizontalis magnus und gracilis, Sulcus inferior lateralis und medialis, Sulcus collateralis inferior, Sulcus inferior anterior.

Hierdurch werden die Hemisphären in folgende Abtheilungen zerlegt:

1) Vorderlappen, bestehend aus den Alae lobuli centralis und dem Lobus quadrangularis, der selbst wieder in den Lobus lunatus anterior und posterior zerfällt.

2) Hinterlappen, bestehend aus dem Lobus semilunaris superior und inferior cum gracili.

3) Unterlappen, bestehend aus dem Lobus cuneiformis s. biventer, der Tonsille, Flocke und Nebenflocke.

Der Wurm zeigt folgende Abschnitte. Zur Verbindung der Oberlappen: Lobulus centralis, Monticulus und Declive. Die Lingula bildet einen vorderen accessorischen Bestandtheil. Zur Verbindung der Hinterlappen: Folium cacuminis und Tuber valvulae s. Commissura brevis. Zur Verbindung der Unterlappen: Pyramis, Uvula und Nodulus. Von diesen wird der Oberwurm gebildet durch den Lobulus centralis, Monticulus, Declive und Folium cacuminis; der Unterwurm durch die Commissura brevis, Pyramis, Uvula und den Nodulus.

Bau der Kleinhirnrinde.

Das unbewaffnete Auge erkennt an Durchschnitten durch die Rinde des Kleinhirns zwei Schichten derselben, eine äussere graue und eine innere gelbe oder rostfarbige. An der Grenze beider zeigt uns das Mikroskop noch eine besondere Schicht, die Schicht der Purkinje'schen Ganglienzellen.

Die an die Markleiste grenzende rostfarbene Schicht, Körnerschicht (Fig. 237), besteht aus dichtgedrängten kleinen Zellen mit grossem Kern und geringem Zellkörper. Diese Zellen liegen zu kleinen Gruppen vereinigt, die selbst wieder nur kleine Zwischenräume zwischen sich lassen. Das Protoplasma der 6—7 μ grossen Zellen ist fast nur auf die beiden Pole des Kernes beschränkt und entsendet von hier aus je einen dünnen Fortsatz, der zu Varicositätenbildung geneigt ist; es sind bipolare Nervenzellen in diesen Gebilden zu erblicken. Die rostfarbene Schicht besitzt ferner einen Plexus feiner markhaltiger Nervenfasern, der nach innen in die Faserung der Markleiste sich fortsetzt. Ausser den genannten Zellen kommen auch Gliazellen vor.

Die Schicht der Purkinje'schen Zellen besteht aus einer einfachen Reihe grosser Ganglienzellen von birn- oder keulenförmiger Gestalt, die mit ihrem längsten Durchmesser senkrecht oder schief zur Körnerschicht gestellt sind. Das dicke Ende des Zellkörpers ragt etwas in die Körnerschicht hinein und entsendet hier einen in und durch dieselbe dringenden Axencylinderfortsatz, der sich sehr bald mit Mark bekleidet. Das entgegengesetzte Ende der Zelle geht in einen oder zwei mächtige Protoplasmafortsätze über, die sich vielfach theilen und mit

den Endästen radiär in die graue (moleculäre) Schicht vordringen. Die grösseren Fortsätze laufen dabei sehr gewöhnlich eine Strecke weit wagrecht oder schräg, bis sie sich allmählich durch Abgabe radiär verlaufender Zweige erschöpft haben und dann selbst in die radiäre Richtung umbiegen. Dieses eigenthümliche Verhalten hängt zusammen mit den Abständen, in welchen die einzelnen Zellen von einander stehen. Die Abstände betragen häufig das Drei- und Vierfache der Zellendurchmesser, doch können sie sich auch auf weniger als einen Zellendurchmesser verringern. Auf der Höhe der Randwülste nämlich pflegen die Zellen im Allgemeinen dichter zu stehen als im Grunde der Furchen. Es kommt hinzu, dass das Verästelungsgebiet der einen Zelle in dasjenige der benachbarten übergreift. Peripheriewärts erstreckt sich das reiche radiäre Astwerk bis in geringe Entfernung von der Oberfläche. Die feinsten Fibrillen gehen theils aus fortgesetzter Theilung hervor, theils entspringen sie unmittelbar aus den kriechenden oder aufgerichteten Stämmen. In den der Oberfläche nahen Schichten ist ein schlingenförmiges Umbiegen der Fibrillen eine häufige Erscheinung. Nach Boll gehen die Fibrillen innerhalb der moleculären Schicht in ein feines Netz über, aus welchem, wie in dem Gerlach'schen, Nervenfasern durch Zusammentreten von Fibrillen sich entwickeln können. Dieselben würden zunächst zu dem erwähnten Nervenplexus der Körnerschicht, darauf in die Markleiste gelangen. So wäre jede Purkinje'sche Zelle auf doppelte Weise mit den Nervenfasern der Markleiste verbunden.

Fig. 237.

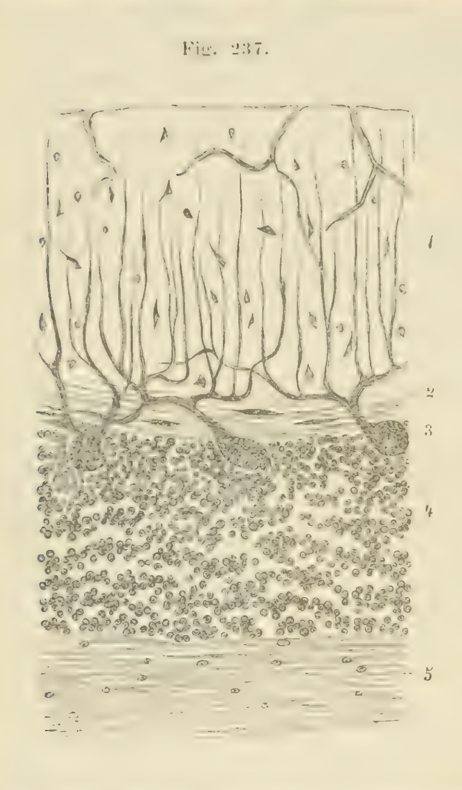


Fig 237. Durchschnitt durch die Rinde des menschlichen Kleinhirns. Nach Meynert. Vergrösserung etwa $^{150}/_{1}$.

1, Graue Schicht der Kleinhirnrinde, mit 2, querverlaufenden feinsten markhaltigen Nervenfasern. 3, Purkinje'sche Zellen. 4, Körnerschicht. 5, Substanz der Markleiste.

Die graue oder moleculäre Schicht, feinkörnige Schicht, wird durch stärkere Vergrösserungen in ein feines, wahrscheinlich neurokeratinhaltiges Netzwerk aufgelöst. Die moleculäre Schicht enthält die genannte Verästelung der Purkinje'schen Zellen und das Boll'sche Nervennetz, sowie einen horizontal ausgebreiteten flachen Plexus markhaltiger Nervenfasern, welcher an ihrer Grenze gegen die Zellen- und Körnerschicht gelegen ist; sie enthält ferner von der äusseren Oberfläche und zwar von der Pia ausgehende Radiärfasern (Bergmann'sche Fasern), welche aus kegelförmigen Ansatzstücken hervorgehen. Diese sehr zahlreichen Radiärfasern, welche die ganze Dicke der moleculären Schicht durchziehen können, werden besonders in den tieferen Lagen rechtwinkelig ge-

kreuzt durch concentrische Fasern derselben Beschaffenheit. Da auch die Gefässe radiär die molekulare Schicht durchsetzen, erfährt die Substanz derselben eine radiäre Zerklüftung. Durch das Hinzukommen der concentrischen Fasern wird das Aussehen ein gegittertes. Ausser den Fasern enthält die moleculäre Schicht ferner zerstreute Kerne, beziehungsweise Reste von Bildungszellen der moleculären Schicht, sowie einzelne kleine verästelte Zellen.

Das Marklager der Hemisphären und des Wurms.

Das Marklager, die Marksubstanz oder der Markkern der Hemisphäre, Corpus medullare hemisphaerae cerebelli (Fig. 238) hat ungefähr die Gestalt der Hemisphäre selbst, hängt medianwärts mit dem Mark des Wurmes zusammen

Fig. 238.

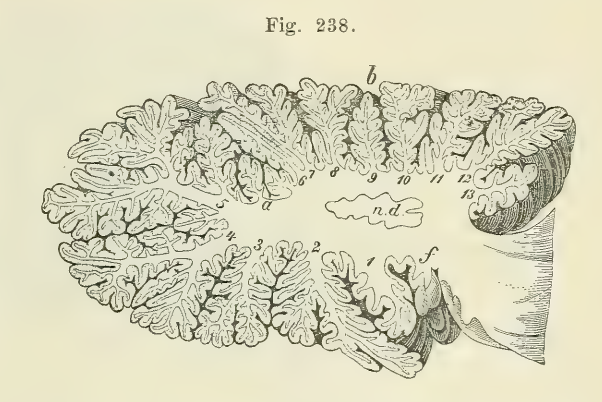


Fig. 238. Schnitt durch eine Hemisphäre des Kleinhirns, senkrecht zur Richtung des grösseren Theiles der Randwülste.

n.d, nucleus dentatus innerhalb der weissen Markmasse der Hemisphäre. Von letzterer gehen 13 Markblätter ab. Von diesen gehören an 1 der Tonsilla, 2 dem Lobus cuneiformis, 3 und 4 dem lobus posterior inferior, 5 dem lobus posterior superior, 6 bis 12 dem lobus quadrangularis. b bezeichnet die Grenze zwischen den beiden Abschnitten desselben: 6—9 lobus lunatus posterior, 10—12 lobus lunatus anterior, 13 ala lobuli centralis. Bei a einige versteckte Windungen an der Grenze des Oberlappens (6—13) und Hinterlappens (3—5). 1 und 2 Unterlappen. f, Stiel der Flocke.

und vereinigt sich durch drei mächtige Stränge (Arme oder Schenkel des Kleinhirns, von welchen alsbald die Rede) mit den Nachbartheilen: der Medulla oblongata, dem Vierhügel und der Brücke. Vom hinteren Rande, von der oberen und unteren Fläche ziehen diese Markstränge gegen die Oberfläche der Hemisphäre und bilden dadurch die Grundlage ihrer Marksubstanz sowie derjenigen des Wurms. Auf ihrem Wege zu den Randwülsten spalten sie sich in dünnere Blätter, Laminae medullares. Ausser ihnen kommen Markbündel vor, welche benachbarte Gyri mit einander verbinden, Laminae arcuatae gyrorum. Die vom Markkern unmittelbar ausgehenden stärkeren Laminae medullares entsenden unter meist spitzen Winkeln secundäre und tertiäre Markblätter, welche endlich von grauer Substanz umhüllt werden und dadurch die Gyri bilden.

Der von den Laminae medullares befreite Markkern hat eine Dicke von 10—15 mm, d. i. etwa ein Drittel der Hemisphären-Dicke. Die von seiner ganzen Oberfläche ausgehenden Laminae medullares zeigen eine bestimmte Anordnung, Reihenfolge und Anzahl (Fig. 238). Der obere vordere Ast (13) gehört der Ala lobuli centralis an. Die 6—7 folgenden, aufwärts gerichteten (12—6) gelangen zum Lobus quadrangularis, die drei nächsten, theils nach hinten, theils nach abwärts gerichtet (5—3), gehen vom oberen und unteren halbmondförmigen und dem schlanken Lappen aus; der nächstfolgende Ast (2) gehört dem Lobus cuneiformis, der andere (1) der Tonsille, der mit f bezeichnete Ast der Flocke an. Die drei letzten Aeste sind nach abwärts und vorwärts gerichtet.

Das sowohl auf dem Schnitt als auch bei körperlicher Vorstellung des Markkerns und seiner Ausstrahlungen hervortretende baumförmig verästelte Gebilde hat den Namen Arbor medullaris hemisphaerae erhalten. Er beherbergt mehrere graue Kerne, darunter den auf der Figur hervortretenden Nucleus dentatus cerebelli.

Die Zahl der vom Markkern der Hemisphäre ausgehenden primären Blätter schwankt zwischen 10 und 15: Endleisten sind auf einem grössten Schnitt durch die Hemisphäre gegen 315 zu zählen.

Das Marklager des Wurms (Fig. 239), Corpus medullare vermis, ist begreiflicherweise weit kleiner als das der Hemisphären, hat eine Dicke von 2—3 mm

Fig. 239.

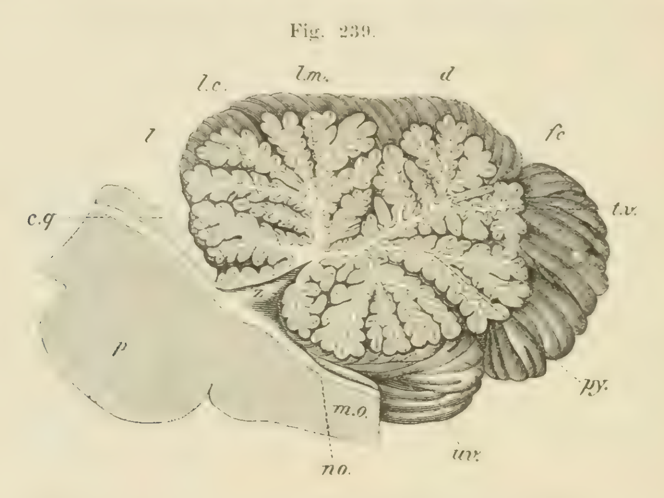


Fig. 239. Medianschnitt durch den Wurm des Kleinhirns.

p, Brücke. mo, medulla oblongata. c.q., Vierhügel. z, Zelt des vierten Ventrikels. l, lingula. l.c., lobulus centralis. l.m., lobus monticuli. d, declive. fc., folium cacuminis. t.v, tuber valvulae. py, pyramis. uv., uvula. no., nodulus. Die Linie bei l.m. bezeichnet zugleich den verticalen, die Verbindungslinie von z nach f.c. den horizontalen Ast des Arbor vitae.

und enthält keinen grauen Kern. Der Längsschnitt zeigt wiederum eine zierliche baumförmige Figur, den Lebensbaum, *arbor vitae vermis*. Der vordere Ast (l) wendet sich zur Lingula und hängt mit dem vorderen Marksegel zusammen. Der zweite Ast, horizontal nach vorn strebend, gehört dem Lobulus centralis, der folgende, vertikale, dem Monticulus (Culmen), der nächste nach hinten-aufwärts gerichtete dem Declive, Folium cacuminis und Tuber valvulae an. Der sich anschliessende, horizontal nach hinten gerichtete Ast gehört der Pyramis, der nächste, nach abwärts ziehende, der Uvula, der letzte, nach vorn-abwärts gewendete dem Nodulus an. Die Spitze des Zeltes des Ventriculus quartus dringt in den Markkern des Wurmes ein. Den sieben primären Marklamellen des Wurmes entsprechen auf dem Medianschnitt gegen 215 Endleisten und Endläppchen, Gyri.

Die grauen Kerne des Kleinhirns.

Im medialen vorderen Theil des Marklagers jeder Hemisphäre liegt ein länglicher plattrunder Kern, Nucleus dentatus cerebelli, s. Corpus den-

tatum (Fig. 238). Seine Oberfläche ist wellig gebogen und die Dicke der ihn bildenden grauen Substanz beträgt 0,6 mm. Der Kern ist nicht allseitig geschlossen, sondern medianwärts offen, wodurch der Hilus nuclei dentati zu Stande kommt. Es liegt auf der Hand, dass bestimmte Schnittrichtungen ihn auch geschlossen zeigen können. Sein längster sagittaler Durchmesser liegt in einer schrägen, nach vorn geneigten Ebene. Das vordere obere Ende ist hakenförmig umgebogen. An der medialen Grenze seiner unteren Fläche ist seine graue Masse vom Dach des vierten Ventrikels nur durch eine sehr dünne Markschicht getrennt. In Bezug auf die einstrahlenden Arme des Kleinhirns ist zu erwähnen, dass er sich an der Stelle befindet, wo die Bindearme (Crura cerebelli ad corpus quadrigeminum) in den Markkern einstrahlen (Fig. 240). Die zunächst

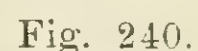


Fig. 240.

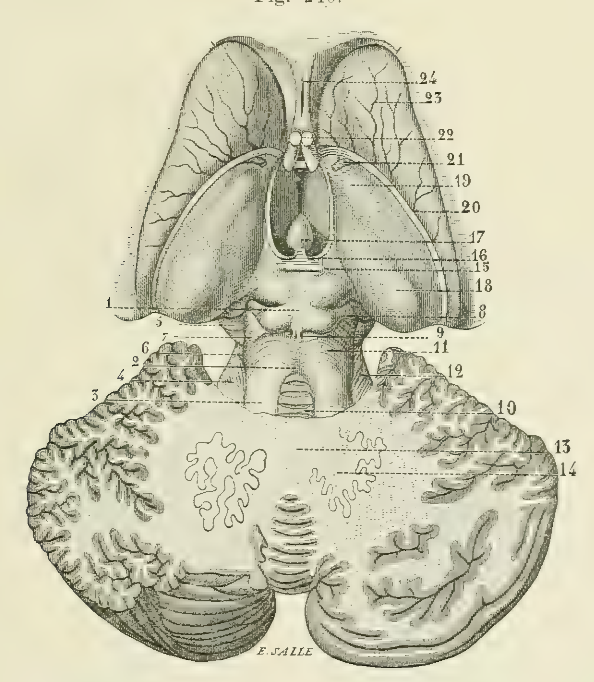


Fig. 240. Hirnstamm, von oben gesehen, vorn in Verbindung mit dem Streifenhügel, hinten bedeckt vom horizontal halbirten Kleinhirn. Nach Sappey. $^1/_2$

1, Vierhügel. 2, velum medullare anterius, bei 10 bedeckt von den Querwülsten der Lingula. 3, vordere Kleinhirnschenkel 4, Brückenschenkel des Kleinhirns. b, Grosshirnschenkel. 6, sulcus lateralis mesencephali. 7, Schleife. 8, corpus geniculatum mediale. 9, frenulum veli medullaris antici. 10, lingula. 11, vorderes Ende des vorderen Kleinhirnschenkels, unter den Vierhügeln verschwindend. 12, Brückenschenkel des Kleinhirns. 13, Markkern des Kleinhirns, in der Mitte schmal, nach den Seiten innerhalb der Hemisphären sich erweiternd. 14, nucleus dentatus cerebelli. 15, commissura posterior. 16, pedunculi conarii. 17, Zirbel, nach vorn umgeschlagen. 18, pulvinar thalami optici. 19, tuberculum anterius thalami. 20, stria terminalis. 21, vena corporis striati. 22, columnae fornicis und zwischen ihnen die commissura anterior. 23, corpus caudatum (Streifenhügel). 24, septum pellucidum mit spaltförmigem ventriculus septi pellucidi.

um die graue Schicht befindliche Marksubstanz, Capsula nuclei cerebelli, Vliesregion, lässt sich theilweise als concentrisch gebogene Faserschicht abblättern. Die von ihm eingeschlossene Markmasse stellt den Markkern des Corpus dentatum dar.

Ausser dem Corpus dentatum beherbergt das Kleinhirn noch den Dachkern (Nucleus fastigii s. Substantia ferruginea superior) von Kölliker, den

Propfkern (Nucleus emboliformis) und den Kugelkern (Nucleus globosus). Sie sind nicht ganz isolirt, sondern es hängt der Pfropfkern an seinem medialen Ende mit dem Corpus dentatum zusammen. Andrerseits verbindet sich der Kugelkern sowohl mit dem Propf- als mit dem Dachkern.

Der Dachkern ist im Dach des vierten Ventrikels enthalten (Fig. 241) und liegt nahe über dem Ventrikelepithel, unter dem Lobulus centralis und der Lingula. Er hat die Gestalt eines abgeplatteten Ellipsoides, reicht bis unmittelbar an die Medianebene und ist als gelblich durchscheinender Streifen in der weissen Substanz sichtbar. Sein Längsdurchmesser beträgt 9—10, der quere 5—6, der vertikale bis 3 mm. Er pflegt nach hinten in einige Spitzen auszulaufen.

Der Pfropfkern liegt jederseits medianwärts neben dem Nucleus dentatus und hängt mit dem oberen medialen Ende dieses Kerns durch dünne Verbindungs-

Fig. 241.



Fig. 241. **Horizontalschnitt durch den Markkern des Wurms und der Hemisphären des Kleinhirns.** Nach Stilling. $^2/_1$

li, quergeschnittene gyri der Lingula. Die graue Rinde der Hemisphären ist nur zum Theil ausgeführt, zum Theil sind ihre Grenzen nur skizzirt. v.i., quergeschnittene Windungen des Vermis inferior. a, a, Dachkern. g, g¹, g², Theile des Kugelkerns. e, Pfropf (Embolus). d, d, Nucleus dentatus. c, grosse vordere Kreuzungscommissur des Wurmes.

fäden zusammen. Seine Basis ist nach vorn, die Spitze nach hinten gerichtet. Er hat eine Länge von 13—18, eine stärkste Dicke von 3—4 mm.

Der Kugelkern liegt an der lateralen Seite des Dachkerns, oberhalb des Restes, sowie an der medialen und unteren Seite des Pfropfkerns. Er hat Pilzform und kehrt sein dickeres Ende nach hinten. Seine Länge beträgt 12—14 mm, seine stärkste Breite gegen 4, die stärkste Höhe gegen 6 mm. Er tritt an Schnitten, die ihn nicht in seiner Axe treffen, meist in mehrere einzelne Kugeln zerfallen hervor. Kugel- und Pfropfkerne sind erst vor wenigen Jahren von Stilling entdeckt worden.

Die Markfortsäze, Stiele des Kleinhirns.

Die Markfortsätze, Stiele, Arme oder Schenkel des Kleinhirns (*Pedunculi s. Crura cerebelli* sind, wie schon kurz erwähnt, in der Anzahl von drei Paaren vorhanden, welche symmetrisch angeordnet sind.

Das stärkste Paar wird gebildet durch die vom Markkern des Kleinhirns zur Brücke ausstrahlenden Fasermassen, *Crura cerebelli ad pontem*, Brückenschenkel, *Crura lateralia s. media*, mittlere Kleinhirnschenkel (Fig. 219, 225). Sie treten in der Gegend des vorderen und lateralen Randes des Lobus quadrangularis, sowie des vorderen Randes des Lobus cuneiformis und der Tonsille, auf ihrer unteren Fläche bedeckt von den Flocken und Flockenstielen aus dem Markkern des Kleinhirns hervor, verlaufen, indem sie an Breite gewinnen, convergirend in fast horizontaler Richtung nach vorn und gehen in die Brücke über. Ihr Austritt aus dem Kleinhirn liegt von allen Markfortsätzen am meisten lateralwärts.

Medianwärts von den Brückenschenkeln, ebenfalls vom vorderen Rand der Hemisphären ausgehend und mit jenen lateralwärts zusammenhängend verlassen die vorderen oder Vierhügel-Schenkel, *Crura cerebelli ad corpus quadrigeminum*, als plattrundliche Stränge das Kleinhirn (Fig. 240). Man hat sich auch vielfach daran gewöhnt, sie Bindearme zu nennen. Selbst die Bezeichnung Vierhügelschenkel ist nur insofern zutreffend, als sie den Weg zu den Vierhügeln einschlagen, während sie in Wirklichkeit das Grosshirn mit dem Kleinhirn verbinden; sie sind darum auch Grosshirnschenkel des Kleinhirns genannt worden. Um sie in oberer Ansicht zu sehen, ist es nothwendig, den vorderen Theil des Wurmes und der Hemisphären zurückzuziehen. Bei ihrem Hervorgehen aus dem Markkern etwa 1 cm weit von einander getrennt, convergiren sie in ihrem Verlauf nach vorn-oben und haben sich an der Stelle, wo sie unter die Vierhügel treten und einen Bestandtheil der Haube desselben bilden, bis zur Berührung einander genähert.

Die nach ihrem Austritt aus dem Kleinhirn bis zu den Vierhügeln sie deckende dünne Lamelle ist das vordere Marksegel, welches die Lingula trägt.

Zwischen den medial austretenden Vierhügelschenkeln und den lateral austretenden Brückenschenkeln verlässt in der Richtung nach hinten-unten das dritte Paar von Markfortsätzen das Kleinhirn, die Kleinhirnstiele, *Pedunculi cerebelli* inferiores s. posteriores, Crura cerebelli ad medullam oblongatam. Fig. 225 gibt ein sehr deutliches Bild von dem Verlauf des Kleinhirnstiels. Er verlässt das Marklager des Kleinhirns unter rechtwinkeliger Umbiegung zur Medulla oblongata und wird an der Umbiegungsstelle von dem ihn deckenden

Vierhügelschenkel gekreuzt. Vor derselben Stelle ist ein Theil des Brückenschenkels querdurchschnitten sichtbar. Unter dem Vierhügelschenkel hervorkommend convergiren die Kleinhirnstiele beider Seiten in ihrem Verlauf nach hinten, bis sie, entsprechend der hinteren Spitze des Ventriculus quartus einander berühren. Auf dieser Strecke haben wir sie bereits als Corpora restiformia der **Medulla oblongata kennen gelernt.**

Der Querschnitt der mächtigen Brückenschenkel ist anfänglich fast kreisförmig, derjenige der Vierhügelschenkel elliptisch, der des Kleinhirnstiels dreieckig mit gerundeten Winkeln (s. Fig. 225 links).

Das hintere und vordere Marksegel.

Das Velum medullare posterius ist bereits oben, bei Betrachtung der Decke des vierten Ventrikels beschrieben worden (S. 362). Es wird am leichtesten gefunden, wenn man den Flockenstielen nachgeht und diese gegen den Nodulus verfolgt. Während das hintere Marksegel einen wechselnd starken Rest des hinteren Theils der embryonalen Deckplatte des vierten Ventrikels darstellt, ist das Velum medullare anterius, Valvula cerebri s. cerebelli, die graue Gehirnklappe, das vordere Marksegel, die vor dem Kleinhirn gelegene Decke des vorderen Ventrikeltheils, der sich von der Basis des Lobulus centralis bis zum Vierhügel erstreckt und hier, allmählich verjüngt, in den Aquaeductus Sylvii übergeht. Wie bereits erwähnt, ist der hintere Abschnitt des vorderen Marksegels von der Lingula bedeckt und enthält Theile des Dachkerns (Fig. 239).

Dieser Abschnitt bildet zugleich die Decke des Ventrikel-Zeltes. Der vordere Theil des vorderen Marksegels ist unbedeckt und liegt frei zu Tage. Die Lingula verhält sich als vorderster dorsaler Wurmtheil in ähnlicher Weise zum vorderen Marksegel, wie der Nodulus als vorderster ventraler Wurmtheil zum hinteren Marksegel. Im Ganzen bildet das Velum anterius eine dünne, hinten breitere und dickere Substanzplatte, die wie ein Rahmen zwischen den beiden Vierhügelschenkeln ausgespannt und vorn von den Vierhügeln, hinten von dem Lobulus centralis begrenzt wird. Das Verhältniss des vorderen Marksegels zum Dachkern wurde bereits erwähnt (S. 386).

Der vierte Ventrikel, welcher zum Theil dem Nachhirn, zum Theil dem Hinterhirn angehört, ist schon oben (S. 358) geschildert worden.

Von Bestandtheilen des Hinterhirns bleibt uns dagegen dessen kleinere ventrale Hälfte zu untersuchen übrig, die Brücke.

2) Die Brücke.

Auf der ventralen Fläche des Gehirns macht sich ein vor der Medulla oblongata liegender mächtiger Querwulst bemerklich, welcher vorn von den Grosshirnschenkeln begrenzt wird und mit den letzteren, mit der Medulla oblongata, aber auch mit dem Kleinhirn innig zusammenhängt; dies ist die Brücke, *Pons Varolii, Nodus cerebri, Commissura cerebelli* (Fig. 219). Ihrer äusseren Erscheinung nach ein ventraler Vorsprung, könnte die Brücke einen Zweifel darüber bestehen lassen, wo denn ihre dorsale Grenze zu suchen sei. Man könnte glauben, sie reiche dorsalwärts nur so weit, als sie eben einen Vorsprung über ihre vorderen und hinteren Nachbarn bildet. So ungefähr fasste man auch ehedem die Verhältnisse auf. Allein man hat sich seit einiger Zeit daran gewöhnt, unter der Bezeichnung Brücke einen viel ansehnlicheren Hirntheil zu verstehen, der

ventralwärts den erwähnten Vorsprung bildet, dorsalwärts aber sich bis zum Boden des vierten Ventrikels erstreckt. Aus der Brücke ist dem Bedürfniss entsprechend ein brückentragender Hirntheil, aus dem Pons eine Pars pontigera geworden, und die Brücke der früheren Zeit ist nur ein ventraler Abschnitt dieser Pars pontigera. Letztere ist die ventralwärts vom vorderen Abschnitt des Ventriculus quartus gelegene ventrale Hälfte des Hinterhirns, dessen dorsale Hälfte durch das Kleinhirn gegeben ist. In diesem Sinne ist die Brücke im Folgenden verstanden.

Die vordere und hintere Grenze der ventralen Fläche der Brücke wurde bereits genannt, sie ist durch die Grosshirnschenkel und die Medulla oblongata gegeben. Der hintere Rand ist in der Mitte sanft vorwärts eingebogen, lateralwärts leicht convex; der vordere Rand dagegen ist lateralwärts stark convex und in der Mitte stärker concav, als der hintere Rand (Fig. 219). Die laterale Grenze der Brücke wird künstlich durch eine Linie bestimmt, welche von der Austrittsstelle der Wurzeln des fünften Hirnnerven, des Trigeminus (Fig. 219 V) zur Wurzel des siebenten Hirnnerven, des Facialis (VII) gezogen wird. Den jenseits dieser Längslinie liegenden Theil des Querwulstes haben wir bereits als Brückenschenkel, *Crus cerebelli ad pontem* (S. 387) kennen gelernt.

Die ventrale Oberfläche der Brücke, wie sie sich uns zwischen beiden Trigeminus-Facialis-Linien darstellt, ist in querer und sagittaler Richtung stark convex, von markweisser Farbe, und durch eine kräftig ausgesprochene quere Faserung ausgezeichnet. Die vorderen Querfasern nehmen lateralwärts, im Zusammenhang mit der Verschmächtigung der Brücke zu den Brückenschenkeln, in zunehmendem Grade eine Richtung nach hinten an, während die Querfasern, welche dem hinteren Rand benachbart sind, ihre quere Richtung beibehalten. Einen besonders auffallenden Verlauf hat ein Bündel (Fasciculus obliquus, Schwalbe), welches seitlich von der Längsmitte sich von den übrigen Querfasern loslöst, die Richtung nach dem Facialis-Austritt einschlägt und auf seinem Wege die quergelagerten Bündel überschreitet.

Die ventrale Brückenfläche zeigt eine median gelagerte Längsfurche, den Sulcus basilaris, so genannt, weil sie die Arteria basilaris aufzunehmen pflegt. Doch ist letzteres Gefäss nicht als Ursache jener Furche zu betrachten; die Furche fehlt nicht, auch wenn die Arterie ungewöhnlich verläuft. Sie kommt vielmehr dadurch zu Stande, dass zu beiden Seiten der Medianlinie zwei nach vorn etwas auseinanderweichende Längswülste, Tori pyramidales, ihren Weg nehmen. So bleibt zwischen ihnen ein Längsthal eingesunken, der Sulcus basilaris. Mit jenen Längswülsten hat es folgende Beschaffenheit. Die Brücke enthält Fortsetzungen der Längsstränge der Medulla oblongata, an welchen nur die zum Kleinhirn aufsteigenden Corpora restiformia unbetheiligt sind; sie enthält unter jenen die für die Ausbildung der erwähnten Wülste besonders in das Gewicht fallenden Fortsetzungen der Pyramiden der Medulla oblongata.

Die Länge der ventralen Brückenfläche beträgt 20—30, die Breite 30—36 mm, die Dicke des gesammten Brückentheils gegen 25 mm. Die Dicke wird entweder bei seitlicher Ansicht des vom Kleinhirn befreiten Hinterhirns wahrgenommen, oder noch besser auf dem Medianschnitt (Fig. 226).

Zur Bestimmung der vorderen und hinteren dorsalen Grenze der Brücke längs des vierten Ventrikels lässt sich der Medianschnitt ebenfalls benützen. Die

hintere Grenze der dorsalen Fläche des Brückentheils fällt zusammen mit der vorderen Grenze der Medulla oblongata; sie wird durch die Striae medullares, seitlich durch den Eingang in die Recessus laterales dargestellt. Vorn liegt die Grenze hinter dem Vierhügel, zwischen ihm und dem vorderen Rand der Lingula, immer aber auf dem Boden des vierten Ventrikels. Zieht man von den angegebenen dorsalen Punkten Linien nach den beiden ventralen Punkten, so ist hiedurch der gesammte Brückentheil abgegrenzt. Beide Linien sind einander fast parallel, stehen aber zur Längsaxe der Medulla oblongata, der Brücke und des Mittelhirns nicht ganz senkrecht, sondern bilden mit ihnen einen hintenventralwärts offenen Winkel von 100—120°. Man darf nicht etwa davor zurückschrecken, hiemit ein künstliches Werk zu vollbringen. Diese Linien sind nicht so ganz künstlich; sie sind aber ausserdem nothwendig zur Orientirung. Denkt man sich ferner durch die beiden dorsoventralen Grenzlinien zwei Flächen gelegt, welche senkrecht zur Medianebene stehen, so haben wir uns mit ihnen die Mittelhirn- und Nachhirnfläche des Brückentheils zur Anschauung gebracht, d. h. die Flächen, durch welche der Brückentheil mit dem Mittelhirn und der Medulla oblongata zusammenhängt.

Die Brücke hat mit Bezug auf den Schädel ihre Lage auf dem vorderen oberen Theil des Clivus Blumenbachii und reicht aufwärts bis an den oberen Rand der Sattellehne.

Das einfache Ansehen der Brücke bei ventraler Betrachtung derselben ist sehr trügerisch, wenn man etwa darnach sein Urtheil über ihre inneren Verhältnisse einrichten wollte. Vielmehr ist die innere Beschaffenheit der Brücke um so complicirter und sie verdient auch in dieser Hinsicht ganz den Namen Nodus cerebri. Zum Zwecke einer vorläufigen Würdigung der inneren Beschaffenheit des Brückentheils ist hier zu erwähnen, dass sie ausser den bereits erwähnten Pyramiden noch eine Menge anderer Faserklassen beherbergt. Sie durchziehen die Brücke theils der Länge, theils der Quere nach und liefern in ihr zum Theil mächtige Kreuzungen, wie die Kreuzung der Brücken-Grosshirnbahn. Selbst vertikale Faserbündel kommen vor, welche ventrale graue Lager der Brücke mit dorsalen in Verbindung setzen.

Das Vorkommen ansehnlicher Mengen von grauer Substanz innerhalb der Brücke beweist hiernach, letztere sei keineswegs bloss ein Durchgangspunkt für Stränge, die anderwärts ihren Ursprung haben und an anderen Orten ihr Ende finden. Starke Ausbreitungen von grauer Substanz befinden sich sowohl ventralwärts von den genannten Pyramiden, als auch in deren dorsaler Nachbarschaft. Die nächstgelegenen dorsalen Pyramidenbündel erfahren durch sie selbst eine Zerklüftung. Die dorsalen und ventralen Massen sind übrigens, abgesehen von ihrer Trennung durch die Pyramiden, nicht streng von einander gesondert, sondern hängen mit einander zusammen und bilden miteinander den Nucleus pontis ventralis. Seine grauen Massen sind netzförmig angeordnet und werden von Längs- und Querfasersträngen der Brücke durchsetzt.

Ein besonderer Kern im Brückengebiet ist ferner die obere Olive, Nucleus olivaris superior. Sie findet sich im Anfangstheil der Brücke lateralwärts von den Wurzelfasern des Nervus abducens und an der ventralen Seite des Facialiskerns, den sie nach vorn überragt, ohne so tief abwärts zu reichen. Sie stellt eine meist in zwei Hälften zerfallende gebogene Platte grauer Substanz

dar, die multipolare kleine Ganglienzellen enthält. Stärker ausgebildet und in ihrer Form der unteren Olive ähnlicher ist sie bei vielen Säugethieren, z. B. den Carnivoren; daher der Name Olive. Mit der unteren Olive steht sie in keinerlei Verbindung und ist gegen die Formatio reticularis nur undeutlich abgegrenzt.

Von besonderen Kernen ist ferner zu erwähnen der mächtige, im dorsalen Brückengebiet gelegene Nucleus reticularis, sowie der ansehnliche Nucleus centralis superior. Der Nucleus reticularis liegt zu beiden Seiten der Raphe und erstreckt sich in die reticuläre Substanz der dorsalen Brückenabtheilung hinein [v. Bechterew]. Er beginnt in Gestalt kleiner Anhäufungen von Ganglienzellen, welche in der Richtung nach dem Mittelhirn rasch an Querschnitt zunehmen, so dass der Kern in der Höhe des Trigeminusaustritts seine grösste Entfaltung in sagittaler und transversaler Richtung zeigt. Hier entsendet er jederseits drei compactere seitliche Fortsätze aus, welche flügelförmig gestaltet dem Querschnitt eine sehr auffallende und bezeichnende Form verleihen. Weiter oben nimmt der Nucleus reticularis rasch an Grösse ab und endet im Bereich des vorderen Drittels der Brücke. Ihm schliesst sich nach oben der Nucleus centralis superior an, welcher sich fast bis zum oberen Brückenrand erstreckt (v. Bechterew).

Hier ist auch des mächtigen Nucleus centralis (inferior) zu gedenken, welcher hinter der unteren Olive liegt und an deren oberem Ende am mächtigsten ist. Er reicht medianwärts bis zur Raphe, lateralwärts über die Hypoglossuswurzeln hinaus, dorsalwärts fast bis zur Rautengrube (Roller).

Dem dorsalen Brückengebiet gehören ferner an die Ursprungskerne des siebenten, sechsten, fünften und eines Theiles des achten Hirnnerven. Nur der Kern des sechsten und Theile der Kerne des achten und fünften Hirnnerven liegen nahe dem Boden des vierten Ventrikels und gehören der Lamina cinerea desselben an. Andere Nervenkerne (der siebente, ein Theil des fünften) liegen in der Tiefe der dorsalen Brückenhälfte und sind der Formatio reticularis eingestreut, welche selbst wiederum, wie an allen Orten, neben Fasernetzen Ganglienzellen enthält.

Die Gegenwart der Formatio reticularis im Brückengebiet gibt Veranlassung dazu, einen ventralen und dorsalen Brückenabschnitt zu unterscheiden. Letzteren nennt man zweckmässig auch Haubentheil der Brücke, Tegmentum pontis, eine Bezeichnung, die vom Mittelhirn auf das Hinterhirn herübergenommen worden ist, und uns bei der Betrachtung des Mittelhirns um so leichter verständlich werden wird.

Während wir auf eine Schilderung des Faserverlaufs innerhalb der Brücke an dieser Stelle verzichten, und sie dem Abschnitt „Leitungsbahnen“ vorbehalten, haben wir dagegen hier unsere Aufmerksamkeit den Ursprungsverhältnissen der Gehirnnerven zuzuwenden. Es liegt dabei im Interesse der Uebersichtlichkeit, die Ursprungskerne zweier Hirnnerven, welche dem Mittelhirn angehören, des N. oculomotorius und trochlearis, in die Betrachtung mit aufzunehmen, wie wir auch nicht bloss die dem Brückengebiet, sondern ebenso die dem Gebiet der Medulla oblongata angehörigen Nervenkerne hier miteinander vereinigen. Von den zehn hierhergehörigen Nerven fallen acht auf das Hinterhirn im weiteren Sinne (Medulla oblongata, Cerebellum, Pons), zwei auf das Mittelhirn.

Vorerst ist es aber nothwendig, die Austrittsstellen der Gehirnnervenwurzeln in das Auge zu fassen. Denn es ist klar, dass man zwischen dem Austritt und dem Ursprung eines Nerven von Anfang an unterscheiden muss.

Austritt und Ursprung der Gehirnnerven.

1) Austritt der Gehirnnerven (Fig. 242).

Die Frage, wie viele Gehirnnerven vorhanden seien, scheint Demjenigen leicht zu beantworten, welcher glaubt, man brauche bloss nachzuzählen, um die gesuchte Zahl zu finden. Allein die Frage ist weit entfernt davon, sich auf so einfache Weise entscheiden zu lassen. Hiervon überzeugt man sich leicht, wenn man bedenkt, dass zuerst die Vorfrage erledigt werden muss, aus wie vielen Segmenten der Kopf und das Gehirn besteht. Wie viele besondere Nerven zur embryonalen Anlage gelangen und was man als segmental zu betrachten habe, sind die zunächst sich anknüpfenden Fragen. Es liegt hier nicht die Absicht vor, auf dieses weitumfassende und schwierige embryologische Gebiet irgend ausführlicher einzugehen: wohl aber kommt es darauf an, daran zu erinnern, dass hier wichtige Fragen vorliegen. Und es muss zugleich hervorgehoben werden, dass die gebräuchliche Zählung der Gehirnnerven nicht sowohl eine principiell richtige, als eine praktisch brauchbare ist. Es werden Nerven als ein Nerv betrachtet, von welchen sicher ist, dass sie mehreren, und wie vielen Nerven sie entsprechen; es werden Nerven als besondere Hirnnerven aufgezählt, von denen es theils sicher, theils wahrscheinlich ist, dass sie nur Theile eines Nerven sind. Es werden Nerven als gewöhnliche Nerven fortgeführt, obwohl jeder Kenner weiss, es seien gar keine Nerven, d. h keine den übrigen vergleichbare Nerven. So ist es bekannt, der sogenannte erste Hirnnerv (Olfactorius) sei kein solcher, sondern ein Gehirnlappen, von welchem zahlreiche Fila olfactoria als ächte (wenn auch marklose) Nerven ausgehen. Es ist ferner bekannt, der sogenannte Nervus opticus sei eine Commissur zwischen einem Gehirnlappen, der Retina, und anderen centralen Gehirntheilen. Es würde sich noch mehr Hierhergehöriges anfügen lassen, das Bemerkte aber genügt, um die Aufmerksamkeit zu erhöhen und die Hirnnerven und ihre Kerne mit anderen Augen zu betrachten, als es ohne dies geschehen könnte. In Deutschland und Frankreich zählt man allgemein zwölf Hirnnervenpaare (seit Sömmerring), in England nur neun (nach der Eintheilung von Willis); Olfactorius und Opticus werden in beiden Eintheilungen als die beiden ersten Hirnnerven aufgezählt.

Mit Sömmerring zählen wir folgende Hirnnerven: 1) N. olfactorius, 2) N. opticus, 3) N. oculomotorius, 4) N. trochlearis s. patheticus, 5) N. trigeminus, 6) N. abduceus, 7) N. facialis, 8) N. acusticus, 9) N. glossopharyngeus, 10) N vagus, 11) N. accessorius, 12) N. hypoglossus.

Drei von diesen Nerven sind Sinnesnerven (1, 2 und 8), für Geruch, Sehen und Hören; sechs sind beim Erwachsenen motorischer Natur (3, 4. 6, 7, 11 und 12); drei sind gemischte Nerven (5, 9 und 10).

Der Hypoglossus verlässt die Medulla oblongata mit 10 bis 15 Wurzelfäden, welche aus dem Sulcus lateralis anterior derselben austreten (Fig. 242).

Der Accessorius reicht mit seinen Wurzelbündeln bis zum sechsten oder siebenten Halswirbel hinab. Sein spinaler Theil (Accessorius spinalis) setzt sich

Fig. 242.

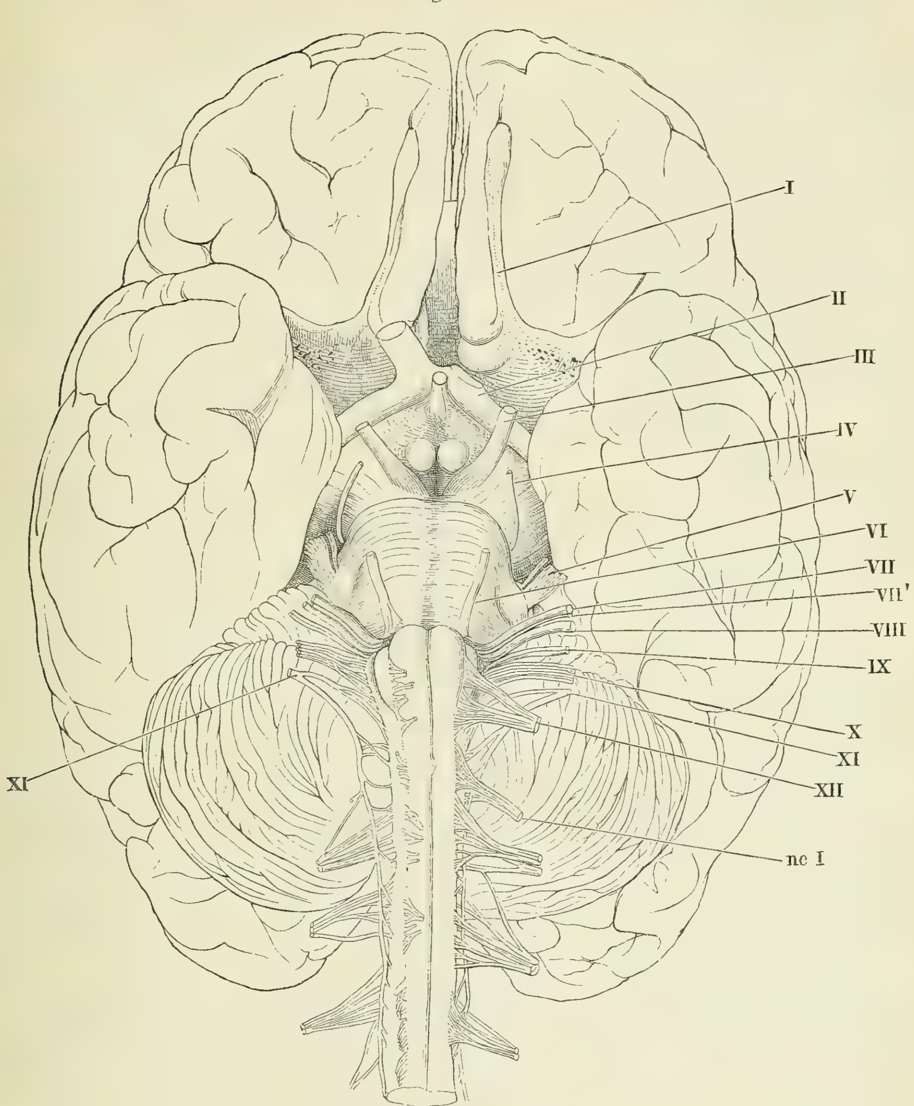


Fig. 242. Gehirn mit dem angrenzenden Theil des Rückenmarks, von der ventralen (basalen) Fläche. Rechterseits sind die vorderen Wurzeln kurz abgeschnitten und medianwärts umgeschlagen. Nach Rüdinger und Henle.

VII', Portio intermedia. n.c.I., N. cervic. primus.

aus 6—7 Wurzelbündeln zusammen, die nach und nach an ihn herantreten und ihn dicker machen. Schon im Beginn treten die Bündel hinter dem Ligamentum denticulatum aus. Bis zum ersten Halsnerven rücken die Austrittsstellen der Wurzelbündel immer näher zu den hinteren Spinalnervenwurzeln heran und fallen am ersten Halsnerven mit ihnen so zusammen, dass ein Bündel sich auf beide vertheilen kann. Der obere Theil des Accessorius (Accessorius vagi) verlässt die Medulla oblongata mit 4—5 Bündeln im Anschluss an den Vagus im Sulcus lateralis posterior.

Der Vagus verlässt die Medulla oblongata mit 10—15 Bündeln im Sulcus lateralis posterior.

Der Glossopharyngeus verlässt die Medulla oblongata ebenfalls im Sulcus lateralis posterior, und zwar am oberen Ende desselben. Aus 5—6 Wurzelbündeln entwickeln sich zuerst zwei Stämmchen. Die oberste Wurzel tritt hinter und zwischen den Ursprüngen des Facialis und Acusticus zur Oberfläche. Die Wurzelbündel des Vagus und Glossopharyngeus schliessen sich so unmittelbar aneinander an, dass sie nur von den Stämmen aus gesondert werden können.

Der Acusticus tritt mit der Hauptmasse seiner Fasern hinter der Brücke, lateralwärts vom Facialis, aus dem Corpus restiforme hervor, zur Seite der Furche, welche letzteren Strang vom Olivenstrange trennt. Mit der unteren Fläche dieses Wurzelbündels verschmelzen jene Bündel, die am dorso-lateralen Rand der Medulla austretend, scheinbar aus den Striae medullares hervorgehen, sich um die Seitenfläche des Corpus restiforme lateralwärts krümmen, und dabei oft mit diesem Strang und mit dem Flockenstiel durch Bindegewebe fest verbunden sind.

Der Facialis verlässt das Hinterhirn am hinteren Rand der Brücke, an der Grenze der letzteren gegen den Hirnschenkel, in der Furche zwischen Brückenschenkel und Olive. Er wird alsbald in eine ihn von aussen deckende Rinne des Acusticus aufgenommen.

Der Trigeminus tritt mit etwa 50 sensiblen Wurzelbündeln an der Grenze zwischen Brücke und Brückenschenkel hervor und ist dabei vom hinteren Rand des Brückenschenkels etwa doppelt so weit entfernt als vom vorderen. Die motorische Portion tritt neben oder vor der sensiblen aus und legt sich darauf an die mediale Fläche der sensiblen, wie der Facialis an den Acusticus.

Der Trochlearis tritt mit zwei oder mehreren Fäden, die sogleich zusammentreten, am Seitenrand des vorderen Marksegels hervor, dicht hinter der Vierhügelplatte. Er verläuft zuerst seitwärts, dann abwärts um den Vierhügel- und Hirnschenkel und kommt an der Hirnbasis zum Vorschein, um weiterhin unter der ventralen Fläche des Hirnschenkels vorwärts zu verlaufen. So eigenthümlich seine Austrittsstelle, so ist sein Kern ganz regelmässig gelagert.

Der Oculomotorius verlässt das Mittelhirn, indem er mit 9—12 Bündeln an der ventralen Fläche des Hirnschenkel hervortritt, im Sulcus oculomotorii, an der Grenze zwischen Fuss und Haube des Hirnschenkels.

2) Ursprung der Gehirnnerven.

1) Nucleus hypoglossi (Fig. 233 XII, Fig. 243 XII, Fig. 244 XII). Der Nucleus hypoglossi bildet eine langgestreckte Zellensäule, welche die Fortsetzung der basalen Theile der Vordersäulen des Rückenmarks bildet. Sein hinterer Theil liegt an der ventralen Seite des Centralkanals der Medulla oblongata, sein weitaus grösserer vorderer Theil dagegen nimmt die Area hypoglossi der Rautengrube ein, in der er jederseits neben dem Sulcus longitudinalis nahe unter der Oberfläche nach vorn verläuft, bis zum vorderen Ende der Medulla oblongata vordringt und hinter den Striae medullares abgerundet endet. Seine Länge beträgt ungefähr 18, seine Dicke 1, seine Breite 1—2 mm. Durch Züge von Längsfasern steht er (nach Clarke) mit dem weiter vorn gelegenen Kern des Abducens in Verbindung. Die Ganglienzellen des Hypoglossuskerns gleichen

vollständig den Vordersäulenzellen des Rückenmarks. Ihre Axencylinderfortsätze lassen sich theils in die Wurzelbündel des Hypoglossus verfolgen, theils schlagen sie die Richtung nach der Mittellinie ein, durchsetzen die Raphe und kreuzen sich in derselben mit den entgegenkommenden der anderen Seite. Ob letztere Fasern sich in die Hypoglossuswurzeln der von ihnen aufgesuchten Seite fortsetzen, oder ob sie centralwärts verlaufen und den Hypoglossuskern mit höher gelegenen Centren verbinden, ist zweifelhaft, letztere Annahme

Fig. 243.

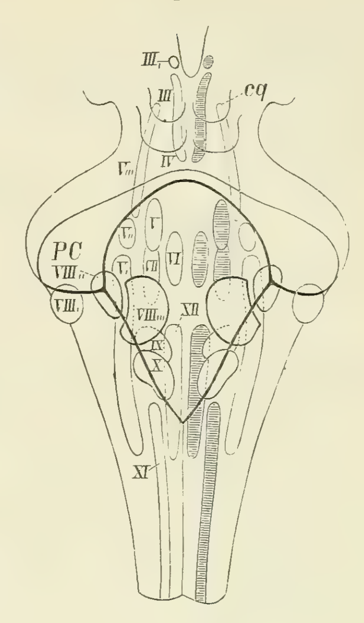


Fig. 243. Uebersicht der Ursprungskerne (Nuclei) der Hirnnerven III — XII, bei dorsaler Betrachtung.

cq, Vierhügel; PC, Brückenschenkel des Kleinhirns. Durch die starke rhombische Linie ist der Boden des Ventriculus IV begrenzt. III, Nucleus oculomotorii, III′, oberer, kleiner Oculomotoriuskern; IV, Nucleus trochlearis, in der hinteren Fortsetzung des vorhergehenden; V, motorischer Kern des Trigeminus; V,,,, zweifelhaft motorischer oder sensibler vorderer Kern des Trigeminus; V,,, mittlerer, sensibler Kern des Trigeminus; V,, langer hinterer, sensibler Kern des Trigeminus; VI, Nucleus abducentis; VII, Nucleus facialis; VIII, und VIII,,, vorderer und lateraler Kern des Acusticus; VIII,,,, medialer (zweifelhafter) Kern des Acusticus; IX, Nucleus glossopharyngei; X, Nucleus vagi; XI, Nucleus accessorii; XII, Nucleus hypoglossi.

Fig. 244.

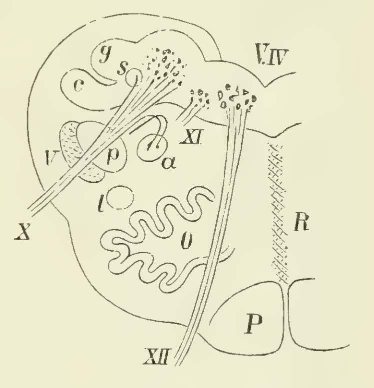


Fig. 244. Von einem Querschnitt der Medulla oblongata, in der Gegend der hinteren Ventrikelspitze.

V.IV, Ventriculus quartus; R, Raphe; P, Pyramide; V, aufsteigende Quintuswurzel; X, Vagus; XI, Accessorius; XII, Hypoglossus; O, grosse Olive; a, Nucleus ambiguus; l, Kern des Seitenstrangs; c, Nucleus cuneatus; g, N. gracilis; s, solitäres Bündel; p, Kopf der Hintersäule.

aber wahrscheinlicher. Dass überhaupt centrale Verbindungen des Hypoglossuskerns vorhanden sein müssen, kann nicht bezweifelt werden. Unwahrscheinlich ist es dagegen, dass Faserantheile des Hypoglossus ohne Verbindung mit dem Hypoglossuskern direkt centralwärts (zum Grosshirn, unter Benützung der Pedunculusbahn) weiter ziehen. Die Wurzelbündel des Hypoglossus treten an die ventrale Seite des Kerns heran und zerstreuen sich in ihm nach allen Richtungen, indem sie pinselförmig auseinanderfahren. So entsteht innerhalb des Kerns ein schwer zu entwirrender Faserknäuel. An der ventralen Seite des Kernes, zu einzelnen Wurzelbündeln sich sammelnd, durchziehen letztere in ventraler und leicht lateraler Richtung die Medulla oblongata, entsprechend der Grenze des Funiculus pyramidalis und olivaris der letzteren, und gelangen im Sulcus lateralis anterior zur Oberfläche.

Die graue Substanz des Hypoglossuskerns grenzt, wie die der anderen Kerne ebenfalls, nicht unmittelbar an den Hohlraum des Ventrikels, sondern ist von ihm durch das Ventrikelependym (Epithel mit Substantia gelatinosa centralis) geschieden. Ausserdem schiebt sich auch noch eine Substanzlage zwischen

Kern und Ependym ein, welche transversale, zur Raphe ziehende, markhaltige Fasern enthält und der Area hypoglossi das weissliche Ansehen gibt. Median- und dorsalwärts vom Hypoglossuskern, unter der weissen Lage, befindet sich eine besondere Ansammlung kleiner multipolarer Nervenzellen von zweifelhafter Bedeutung, der Nucleus funiculi teretis, der kürzlich von Roller eingehender beschrieben worden ist.

2) Nucleus accessorii (Fig. 229, Fig. 243, Fig. 244). Nach den sorgfältigen Untersuchungen von Roller ist die laterale Zellengruppe der Vordersäule des Halstheils des Rückenmarks, sowie deren ununterbrochene Fortsetzung auf die Medulla oblongata bis an das obere Ende der Decussatio pyramidum als der langgestreckte, aber einzige Kern des Nervus accessorius anzusprechen. Die neuesten, im Flechsig'schen Laboratorium ausgeführten Untersuchungen von L. v. Darkschewitsch führten zu Ergebnissen, welche im Wesentlichen mit den genannten übereinstimmen. Hiernach entsteht der N. accessorius in der ganzen Länge seines Ursprungs aus einem und demselben Zellenherde, der im Ganzen eine ununterbrochene Säule darstellt, wie es auf Längsschnitten sich deutlich ergab. Der Kern liegt dorso-lateralwärts von der medialen Zellengruppe der Vordersäule und ihrer Fortsetzung zum Hypoglossuskern der Medulla oblongata. Nach unten liess er sich bis zum Ursprung des fünften Halsnerven, nach oben bis zum unteren Drittel der Oliven, beziehungsweise bis zum Beginn des Vaguskerns verfolgen. Das äussere Ansehen der Zellen bleibt in der ganzen Länge des Ursprungsherdes das nämliche. Die Accessoriuswurzeln begeben sich, nachdem sie den Kern verlassen haben, nie in einer geraden Linie zur Peripherie, sondern bilden immer einen scharf geknickten Bogen, dessen concave Seite ventralwärts und etwas nach aussen gerichtet ist. Mit dem Vaguskern, mit dem Processus reticularis, mit dem solitären Bündel von Lenhossek, welche sämmtlich von verschiedenen Beobachtern schon als Ursprungsstätten des Accessorius gehalten worden sind, steht der Accessorius nicht in Verbindung. Ueber die Zahl der Wurzeln des Accessorius spinalis, mit welchem Namen hiernach gegenüber dem Accessorius vagi nur ein topographischer Begriff verbunden werden kann, ist hier so viel zu bemerken, dass je einem Spinalnervenpaar nur einzelne oder wenige Wurzelbündel des Accessorius zu entsprechen pflegen. Ein eigenthümlicher Befund von Darkschewitsch ist der, dass in der Medulla oblongata, in der Höhe der Kerne der Hinterstränge, Fasern aus dem Burdach'schen Strang sich der Wurzel des Accessorius beigesellen und sich mit ihnen zur Peripherie begeben. Welches deren letzter Ursprung und welche Bedeutung ihnen beizumessen ist, bleibt vorläufig ungewiss und würde durch experimentelle Studien zu entscheiden sein.

3) Nucleus vagi (Fig. 243, 323, 244). Die Lage des Vaguskerns entspricht im Wesentlichen der Area vagi s. Ala cinerea der Rautengrube. Der Kern liegt demgemäss lateralwärts vom Hypoglossuskern, beginnt etwa in der Höhe von der Längsmitte des letzteren und erstreckt sich mit dem sich vorn an ihn anschliessenden Nucleus glossopharyngei bis zum vorderen Ende der Medulla oblongata. Durch das solitäre Bündel von Lenhossek, welches seine ventrale Fläche berührt, wird die ansehnliche Breite des Kerns unvollkommen in eine grössere mediale und eine kleinere laterale, an das sogenannte Tuberculum acusticum angrenzende Abtheilung geschieden. Letztere enthält spärliche, erstere

sehr zahlreiche Ganglienzellen und nimmt mit ihrem ventralen Vorsprung die einstrahlenden Wurzelfasern des Vagus auf. Die Zellen sind kleiner als die des Hypoglossus, spindelförmig, multipolar, 30—45 μ lang (die des Hypoglossus haben bis 60 μ Durchmesser). Ein Zusammenhang mit Axencylinderfortsätzen der Vaguswurzel ist gesehen worden [Laura]. Ausser diesen grösseren kommen vereinzelt auch kleinere, pigmentirte Zellen vor.

Der Vagus entspringt aber nicht allein aus dem eben genannten Vaguskern, sondern auch aus dem ihm selbst und dem Glossopharyngeuskern so nahe liegenden, öfter genannten solitären Bündel von Lenhossek. Oberhalb des Glossopharyngeuskerns ist das solitäre Bündel, durch Abgabe von Faserbündeln an den Vagus schon geschwächt, ganz verschwunden, indem der Rest seiner bis dahin immer noch ansehnlichen Fasermasse in den Glossopharyngeus übergeht und eine seiner Wurzeln darstellt. Das solitäre Bündel hat medullarwärts vom Vaguskern einen Durchmesser von etwa 1 mm und besteht aus starken markhaltigen Fasern, die zu einem Längsstrang miteinander verbunden sind. Derselbe lässt sich bis in das Gebiet der Intumescentia cervicalis des Rückenmarks, ja in seinen Anfängen vielleicht bis zum achten Halsnerven [Krause] verfolgen. Jedenfalls reicht das solitäre Bündel bis zum Ursprungsgebiet des N. phrenicus (vierter Halsnerv) hinab. Es entwickelt sich theils durch Faseraufnahme aus der reticulären Substanz der Medulla oblongata, innerhalb deren es liegt, theils aus Fasern der Processus reticulares des Rückenmarks und ist sein erster Beginn darum schwer festzustellen. W. Krause nannte das Bündel Respirationsbündel, indem es den Vagus mit dem Ursprungsgebiet des wichtigsten Athmungsnerven (des Phrenicus) in eine wahrscheinlich reflectorische Beziehung setze. Freilich bleibt bei dieser Annahme der Antheil des Glossopharyngeus am solitären Bündel unberücksichtigt. Sicher ist, dass das solitäre Bündel eine aufsteigende Wurzel des Vagus und Glossopharyngeus darstellt.

Ein dritter Theil der Vagusfasern entspringt aus einem motorischen Kern, welcher zwischen dem Kopf der Hintersäule, der Alea cinerea und dem Nucleus hypoglossi gelegen ist (Fig. 244, a), dem Nucleus ambiguus. Aus ihm geht der motorische Theil der dem Vagus zugehörigen Fasern hervor, welcher in dorsalwärts convexem Bogen zu den übrigen Vagusfasern gelangt und ihnen sich anschliesst. Aus der vorderen Fortsetzung dieses Kerns, welcher als ein isolirtes Stück der motorischen Vordersäule des Rückenmarks betrachtet werden muss, entspringen die motorischen Wurzelfasern des Glossopharyngeus. Bei XI erkennen wir das vordere Endstück des Nucleus accessorii, welches trotz der allgemeinen Formveränderung der grauen Substanz seine typische Lage immer noch bewahrt.

Vom Vaguskern zieht über die dorsale Fläche des Hypoglossuskerns eine Nervenfaserlage quer zur Raphe.

Dass wirklich Wurzelfasern des Vagus aus dem Nucleus ambiguus entspringen und zu den motorischen Bündeln desselben in Beziehung stehen [Meynert, Stieda u. A.], wird indessen vielfach bezweifelt.

4) Nucleus glossopharyngei (Fig. 243, IX). Der Nucleus n. glossopharyngei schliesst sich an den Vaguskern nach vorn unmittelbar an und wird an seinem vorderen Ende durch das sogenannte Tuberculum acusticum von der Oberfläche der Rautengrube in die Tiefe gedrängt. Die Wurzeln des Nucleus

glossopharyngei gehen theils aus diesem Kern, theils aus dem oberen Ende des solitären Bündels hervor, welches in ihn übergeht. Auch hier, wie bei dem Vagus und Hypoglossus sind Raphe-Fasern vorhanden, die zu dem Kern in Beziehung stehen.

Das am weitesten nach vorn vorgeschobene Ende des Glossopharyngeuskerns ist von Duval und mehreren anderen Forschern als Ursprungsherd der Chorda tympani (s. Nervus facialis), zunächst der Portio intermedia Wrisbergii des Nervus acusticus gedeutet worden; es bestehen indessen noch Zweifel über diesen Punkt. Ein dritter Fasertheil des Glossopharyngeus geht, gleich dem Vagus, aus dem Nucleus ambiguus hervor. Die aus ihm entspringenden bezüglichen Fasern wenden sich wie diejenigen der motorischen Fasern des Vagus, zuerst dorsalwärts, biegen in scharfem Bogen nach ventraler und lateraler Richtung um und legen sich den übrigen Fasern des Glossopharyngeus an.

Fig. 245.

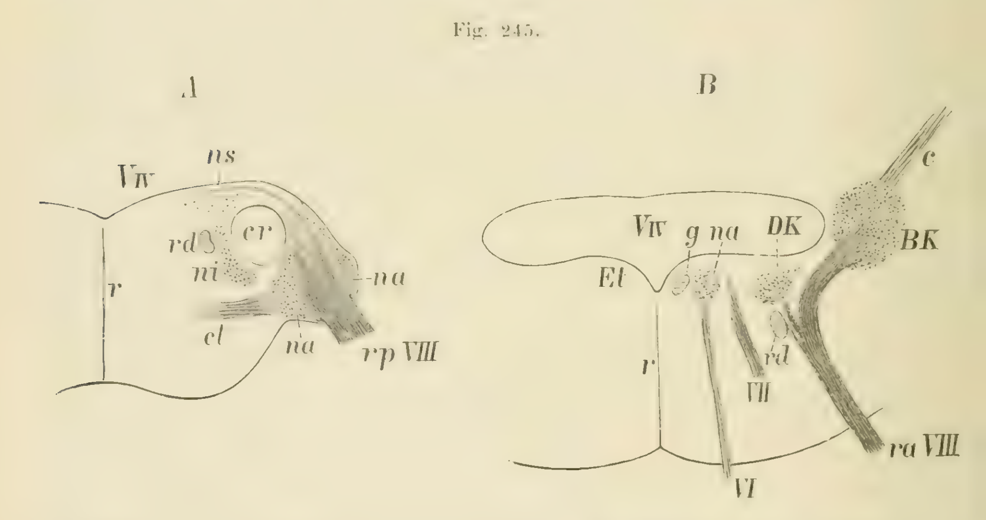


Fig. 245. A und B. Ursprungskerne des Acusticus, nach Präparaten von W. v. Bechterew.

A. Ursprung der hinteren Wurzel des N. acusticus Vıv 4. Ventrikel, r Raphe, cr Corpus restiforme, rpVIII Radix posterior N. acustici, na Nucleus anterior, aus welchem der überwiegende Theil der Fasern der hinteren Wurzel hervorgeht; ein Theil der Fasern gelangt zum sogenannten Hauptkern (Nucl. acusticus superior) der dorsalen Fläche; rd Roller'scher absteigender Theil der vorderen Wurzel auf dem Querschnitt. ct Corpus trapezoides, welches zum Theil eine centrale Bahn des Acusticus darstellt, aber auch mit der oberen Olive zusammenhängt; ni Nucleus innominatus zwischen Corpus restiforme, Nucleus anterior und Corpus trapezoides.

B. Ursprung der vorderen Wurzel des Acusticus. Schnitt aus der Gegend der Eminentia teres des Bodens der Rautengrube, cerebralwärts von dem vorhergehenden. Vıv Ventriculus quartus; r Raphe; g Schnittfläche des cerebralen Kniees des Facialis; VII Austrittsschenkel des Facialis; na Nucleus abducentis; VI N. abducens; raVIII vordere Wurzel des Acusticus; BK Bechterew'scher Kern oder Nucleus angularis; c cerebellares Bündel aus dem Bechterew'schen Kern; DK Deiters'scher Kern, zu welchem ebenfalls ein Theil der Wurzelfasern gelangt; rd Querschnitt der absteigenden Roller'schen Acusticuswurzel. Et Eminentia teres der Rautengrube. Beide Präparate stammen von älteren menschlichen Föten her.

5) Nuclei acustici (Fig. 243, VIII; Fig. 245, VIII). Der Acusticus besitzt zwei Wurzeln, eine vordere laterale und eine hintere mediale. Die vordere ist diejenige des Nervus vestibularis, die hintere die des Nervus cochlearis. Die oben (4) erwähnte Portio intermedia ist vielleicht nicht als vorderste Glossopharyngeuswurzel, sondern als ein Bestandtheil der vorderen Wurzel des Acusticus zu deuten, wie die Mehrzahl der Forscher annimmt.

Was die Kerne des Acusticus betrifft, so werden zur Zeit noch sehr verschiedene Abgrenzungen vorgenommen. Vor dem Hypoglossus-, Vagus- und Glossopharyngeusfeld dehnt sich eine mächtige Platte grauer Substanz aus, welche sich nach vorn noch über die Striae medullares hinaus erstreckt und seitlich bis zur Grenze der Fovea rhomboidalis und bis zum Eingang in den Recessus lateralis ausdehnt. So wird also dieses Lager durch die Striae medullares äusserlich in eine vordere kleinere, und eine hintere grössere Abtheilung gebracht, während eine innere Trennung nicht besteht. Der laterale Theil dieser grauen Platte wurde von mehreren Autoren als besonderer Kern in Anspruch genommen und verschieden benannt: laterale Abtheilung des Nucleus superior [Henle], Deiters'scher Kern [Laura], medialer Kern der vorderen Wurzel [W. Krause] u. s. w. Mit der medialen Abtheilung der genannten grauen Platte hängt er zwar ununterbrochen zusammen; doch wurde darauf hingewiesen, dass sich die laterale Abtheilung durch die Grösse ihrer Zellen (60—100 μ Länge, 15—21 μ Breite), sowie durch die Richtung der Axencylinderfortsätze, die sich mindestens zum grossen Theil medianwärts wenden und zur Raphe ziehen, von der medialen Abtheilung unterscheide. Es kommt hinzu, dass die laterale Abtheilung, welche unmittelbar an das Corpus restiforme anstösst, durch einige Bündelchen des letzteren von der übrigen Kernmasse theilweise gesondert wird. Die mediale Abtheilung erhielt ebenfalls verschiedene Bezeichnungen: centraler, innerer, hinterer Kern, medialer Kern der hinteren Wurzel, Hauptkern des Acusticus u. s. w. Zu ihnen gesellt sich noch ein anderer, ventral von den genannten gelegener: Nucleus inferior s. accessorius, lateraler Kern der vorderen Wurzel. Er befindet sich am ventrolateralen Rand des Corpus restiforme, in gleicher Höhe mit einer gangliösen Anschwellung des Nervenstammes, der ihn lateralwärts theilweise deckt. Sowohl an der vorderen als an der hinteren Wurzel lassen sich solche ventrolaterale Ganglienzellenhaufen erkennen und unterscheidet darum Krause zwischen einem lateralen Kern der vorderen und einem solchen der hinteren Wurzel. Von jenem leitet Krause die Portio intermedia ab. Der vordere laterale Kern besitzt kleine rundliche Zellen mit bindegewebiger Scheide, so dass er hierin mit einem peripheren Ganglion, besonders einem spinalen, eine gewisse Aehnlichkeit besitzt.

Was nun die Bündel des Acusticus angeht, so lässt man sie theilweise in den genannten Kernen entspringen, theilweise von den Striae medullares; ein dritter Theil steigt, indem er sich dem Corpus restiforme anlegt, nach Foville und Meynert direkt zum Kleinhirn empor. Ein vierter Theil läuft als absteigende Wurzel [Roller] tiefer medullarwärts hinab, geht aus dem Nucleus funiculi cuneati hervor und ist als spinale Wurzel des Hörnerven zu betrachten. Etwas oberhalb des unteren Endes des vierten Ventrikels verläuft nämlich innerhalb der Medulla oblongata, lateralwärts vom solitären Bündel ein Faserzug, welcher bis in den lateralen Kern des Acusticus zu verfolgen ist. Ein fünfter Theil endlich bildet eine Radix ascendens n. acustici und kommt aus dem Pons herab [Roller].

Das Schema wäre hiernach ein sehr einfaches und leicht zu merkendes: für die vordere und für die hintere Wurzel je ein medialer und lateraler Kern; dazu eine auf und eine absteigende Wurzel und die Striae acusticae. Von centralen Verbindungen der Kerne war im Uebrigen wenig Sicheres bekannt.

Zu wesentlich anderen Ergebnissen, als die mitgetheilten, gelangte W. v. Bechterew, nach Untersuchungen, die im Laboratorium von Flechsig ausgeführt worden sind. Der Nervus acusticus zerfällt auf Grund der Markscheidenbildung in zwei wohlgesonderte Abtheilungen: 1) eine bereits bei 25 cm langen Fötus markhaltige, welche sich im Wesentlichen deckt mit der vorderen Wurzel der Autoren; sie umfasst sämmtliche medial vom Corpus restiforme in das Centralorgan eindringenden Fasern und geht hervor aus dem Nervus vestibularis; sie bildet die Radix vestibularis; 2) eine erst bei ca. 30 cm Körperlänge sich mit Mark umhüllende, mit der hinteren Wurzel der Autoren übereinkommend; sie enthält sämmtliche nach aussen vom Corpus restiforme verlaufenden Fasern und bildet die Radix cochlearis. Keine dieser Wurzeln hat direkte Verbindungen mit dem Kleinhirn; die Wurzel des Nervus vestibularis endet vielmehr mit der Mehrzahl ihrer Fasern in den grauen Massen, welche in der Seitenwand des vierten Ventrikels dorsal vom Deiters'schen Kern gelegen sind; ein kleinerer Theil verläuft längs des letzteren abwärts gegen das verlängerte Mark. Die Wurzel des Nervus cochlearis dagegen endet zum grossen Theil in dem Nucleus acusticus inferior s. accessorius und würde der letztere hiernach Nucleus cochlearis zu nennen sein. Mit ihm steht das Corpus trapezoideum in Verbindung [Flechsig]. Die Striae medullares werden viel später markhaltig als beide Wurzeln des Acusticus und hängen demnach offenbar mit letzterem nicht direkt zusammen (Fig. 245).

Fig. 246.

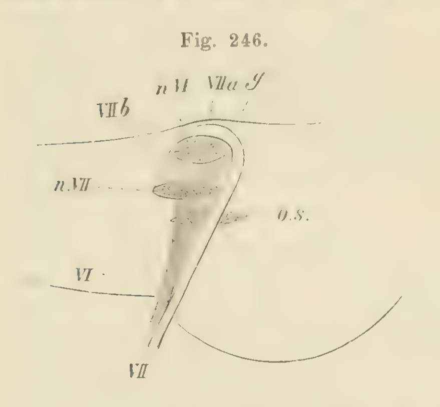


Fig. 246. Schematische Darstellung des Verlaufs der Facialiswurzel in seitlicher Ansicht. Schematisch; die Brücke durchsichtig gedacht.

VI, N. abducens. n.VI, Kern des Abducens. o.s., obere Olive. n.VII, Kern des Facialis VII, Austrittsschenkel. VIIa, Zwischenstück. VIIb, Ursprungsschenkel der Facialiswurzel. Bei g inneres Knie des Facialis.

6) Nucleus facialis (Fig. 243; Fig. 246). Das Ursprungsgebiet des Facialis und Abducens ist äusserlich gekennzeichnet durch jene sanfte Anschwellung des Funiculus teres der Rautengrube, welche oben (S. 360) als Eminentia teres bezeichnet worden ist. Die Anschwellung birgt den Kern des Abducens und einen ihn hakenförmig umgreifenden Theil der Facialis-Wurzel, das sog. Zwischenstück oder centrale Knie des Facialis. Der Kern des Facialis selbst liegt in grösserer Tiefe, ventralwärts vom Abducens-Kern, etwa 5 mm vom Boden des vierten Ventrikels entfernt. Er liegt im lateralen Gebiet der Formatio reticularis, dorsalwärts von der oberen Olive und lateralwärts von den Wurzelfasern des Abducens. Das untere Ende des Facialis-Kerns ist nur durch einen kleinen Zwischenraum vom Nucleus ambiguus (S. 397) getrennt, das obere dagegen liegt dem motorischen Kern des Trigeminus nahe. Es gibt Anhaltspunkte für die Annahme, dass ein Theil der Facialisfasern aus dem Kern des Abducens hervorgehen, mit andern Worten, dass Abducensfasern sich schon central dem Facialis beimischen; doch ist über diesen Punkt noch keine Sicherheit vorhanden. Möglicherweise entspringt ferner ein Theil der Facialisfasern einer Seite aus dem

Kern der andern Seite. Unwahrscheinlich ist es dagegen, dass Wurzelfasern des Facialis direkt, mit oder ohne Kreuzung in der Mittellinie, zum Gehirn aufsteigen, ohne vom Facialiskern unterbrochen zu werden.

Die Breite des Kerns beträgt gegen 1 mm, seine Länge $4-4^1/_2$ mm. Die Ganglienzellen senden ihre Axencylinderfortsätze dorsalwärts und medianwärts [Laura]. Die aus dem Kern sich entwickelnden Fasern sammeln sich allmählich zu einem ansehnlichen Strang, dem Ursprungsschenkel des Facialis, welcher dorsalwärts dringt, die hintere Grenze der Eminentia teres erreicht und hier zu einem compacten Bündel sich gestaltet. Als solches zieht es in der Länge von 5 mm unter dem Ventril-Ependym neben dem Sulcus longitudinalis nach vorn, wird hier Zwischenstück genannt, liegt medianwärts vom Kern des Abducens, nimmt aber immer noch neue Ursprungsfasern aus seinem eigenen Kerne auf. Am vorderen Ende der Eminentia teres geht das Zwischenstück unter rechtwinkeliger Umbiegung (centrales oder cerebrales Knie des Facialis) in den Austrittsschenkel des Facialis über, welcher sich über das vordere Ende des Abducenskerns hinweg, ventralwärts, lateralwärts und zugleich etwas nach hinten wendet, um die früher bezeichnete Austrittsstelle zu erreichen. Auf diesem Wege geht er an der medialen Seite des Querschnittes der Substantia gelatinosa Rolandi und der aufsteigenden Trigeminuswurzel vorüber.

7) Nucleus abducentis (Fig. 243, VI; Fig. 246, VI). Seine Länge entspricht der Ausdehnung des Zwischenstücks der Facialiswurzel; die Breite beträgt 1 bis 2 mm, die Dicke etwas weniger. Die Ganglienzellen sind kleiner als die des Facialiskerns und messen bis 45 μ; ihre Axencylinderfortsätze sind nach der Abducenswurzel gerichtet. Letztere zieht fast parallel der Raphe ventralwärts und gelangt an der lateralen Seite der Pyramide vorüber oder ihre nächsten Bündel durchsetzend zu seiner Austrittsstelle. Von einer Kreuzung, von centralen Bahnen ist nichts beobachtet.

8) Nuclei trigemini (Fig. 243, V, $V_{,}$, $V_{,,}$ und $V_{,,,}$). Der Kern der motorischen Wurzel des Trigeminus beginnt in etwa 1 mm Tiefe unter dem lateralen Winkel des vierten Ventrikels, in geringer Entfernung vom vorderen Ende des Facialiskerns. Von hier an erstreckt er sich in der Länge von etwa 3 mm vorwärts. Seine Dicke beträgt 1 mm. Er liegt dabei auf der medialen Seite der sich zum Austritt sammelnden sensiblen Wurzel. Die Ganglienzellen sind multipolar, gelblich pigmentirt, 60—70 μ lang, und senden ihre Axencylinderfortsätze zum grossen Theil in die motorische Wurzel.

Die motorische Wurzel bezieht aber ihre Fasern nicht allein aus diesem Kern, sondern auch von weiter vorn gelegenen Gebieten, aus dem Mittelhirn, und zwar aus einem von der Gegend des vorderen Vierhügels bis herab zur Austrittsstelle sich erstreckenden Kern, dem oberen oder vorderen Kern. Die Wurzel heisst die absteigende Trigeminuswurzel und wurde meist für sensibel gehalten, bis Henle und Forel darthaten, dass sie, wenn nicht ganz, so doch grösseren Theils in die motorische Wurzel übergeht. Diese Wurzel hat ihren Verlauf lateralwärts vom Aquäduct. Anfangs sehr dünn und aus einer Gruppe feiner Nervenbündel bestehend, verstärkt sie sich während ihres langen Verlaufs durch immer neue Ursprungsfasern und bildet später einen compacten, auf dem Querschnitt halbmondförmigen Strang. Vom Hohlraum des Aquaeductus ist sie durch das centrale Höhlengrau getrennt, ventralwärts grenzt sie an die Formatio

reticularis. Der Kern dieser absteigenden Wurzel besteht aus Zellen von 60—70 μ, welche der medialen und lateralen Seite der Wurzel anlagern und sie allmählich verstärken. Nach Henle laufen Fasern der motorischen Wurzel zur Raphe und kreuzen sich hier mit denjenigen der andern Seite, wo sie dann möglicherweise in dem motorischen Kern der anderen Seite entspringen. Centrale Verbindungen sind nicht nachgewiesen.

Die sensible Wurzel entsteht theils aus einem im Gebiet der Austrittsebene gelegenen Kern, theils aus einer grossen aufsteigenden Wurzel. Zu ihnen kommen vielleicht noch Ursprungsfasern aus dem Kleinhirn.

Der im Gebiet der Austrittsebene gelegene sensible Kern liegt auf der lateralen Seite des motorischen Kerns und hat eine Länge von 4 — 5 mm. Seine Ganglienzellen sind 18 — 24 μ lang, 6 — 9 μ breit. Sie liegen in einzelnen Gruppen beisammen, welche von den Bündeln der sich zum Austritt anschickenden sensibeln Wurzel durchbrochen und zerklüftet werden.

Die aufsteigende sensible Wurzel des Trigeminus bezieht ihre Fasern längs eines Gebietes, welches sich von der Gegend des zweiten Halsnerven bis zur Austrittsebene erstreckt. Von der Gegend des zweiten Halsnerven an liegt dem Caput cornu posterioris aussen eine Lage längsverlaufender Nervenfasern auf, deren Querschnitt halbmondförmig gestaltet ist. Mit ihrer Concavität nimmt sie die gelatinöse Substanz des genannten Kopfes der Hintersäule auf. Aufwärts an Mächtigkeit zunehmend geht endlich dieses Bündel unter rascher Umbiegung in die sensible Trigeminuswurzel über und wird zu einem Hauptbestandtheil derselben. Dass in dem Kopf der Hintersäule in der That auch der Ursprung der aufsteigenden Wurzel zu suchen sei, ist mindestens wahrscheinlich.

Was endlich die Kleinhirnwurzeln des Trigeminus betrifft, so wurden solche zuerst von Meynert aufgestellt, doch ist über ihren Ursprung nichts Genaueres bekannt.

9) Nucleus trochlearis (Fig. 243, IV). Verfolgen wir die Wurzeln des Nerven centralwärts, so kreuzt sich diejenige der rechten Seite mit derjenigen der linken in der Substanz des vorderen Marksegels, unmittelbar vor der Austrittsstelle. Die auf die entgegengesetzte Körperhälfte übergegangenen Bündel (Austrittsschenkel) ziehen nun nach vorn unter die Vierhügel, durchsetzen die graue, lateralwärts vom Aquaeductus Sylvii gelegene Substanz und gelangen darauf zur lateralen Seite des Trochleariskerns. Das hintere Ende des Kerns beginnt kurz hinter der Einsenkungsstelle zwischen den hinteren und vorderen Hügeln, das vordere Ende dagegen hängt zusammen mit dem Kern des Oculomotorius. Der Trochleariskern liegt unterhalb der grauen Substanz, welche den Aquäduct umgibt, neben der Medianlinie. Die multipolaren Zellen des Kerns messen 40—50 μ. Von centralen Verbindungen ist wenig bekannt.

10) Nucleus oculomotorii (Fig. 243, III; Fig. 247, III). Der Oculomotoriuskern liegt in der vorderen Fortsetzung des Trochleariskerns, mit dem er zusammenhängt. Er reicht nach vorn bis unter die Commissura cerebri posterior und nähert sich dabei der Mittellinie. Hiermit hat die fortgesetzte graue Vordersäule des Rückenmarks, soweit sie Nervenfasern den Ursprung gibt, nach vorn ihren Abschluss gefunden. Die Form des Oculomotoriuskerns ist dreiseitig prismatisch, seine Länge beträgt 4 — 5, seine Dicke etwa 3, seine Breite 1 — $1^1/_2$ mm. Aus der lateralen und ventralen Seite des Kerns entwickeln sich die

Wurzelfasern, welche in mehrere (8—14) Bündel gespalten und auseinanderweichend das hintere Längsbündel, die Haube des Hirnschenkels mit ihrem rothen Kern, und die Substantia nigra durchziehen, unterdessen wieder näher zusammentreten und im Sulcus oculomotorii, zwischen Hirnschenkelfuss und Haube an die Oberfläche treten.

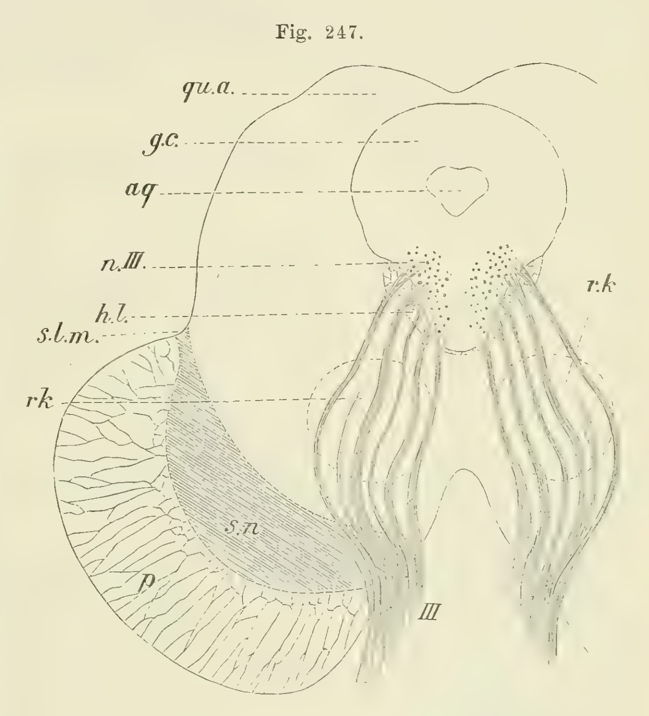


Fig. 247. Querschnitt durch das Mittelhirn im hinteren Gebiet der vorderen Vierhügel. Nach Stilling. 3/1.

qu.a, Corpora quadrigemina anteriora. aq, Aquaeductus Sylvii. g.c., centrale graue Substanz mit n III, dem Kern des Oculomotorius. Die Fasern des letzteren (III) durchsetzen das hintere Längsbündel h l., den rothen Kern der Haube r.k. und zum Theil die Substantia nigra s.n. p, Pedunculus cerebri. s.l.m., Sulcus lateralis mesencephali.

Von der medialen Seite des Kernes aus ziehen Fasern zur Raphe und kreuzen sich hier mit jenen der andern Seite. Ob sie aus dem Kern durch die Raphe zur Wurzel der entgegengesetzten Seite ziehen, oder vielmehr die Verbindungen des Kerns mit höher gelegenen Centren darstellen, ist nicht sicher ausgemacht, die letztere Annahme jedoch die wahrscheinlichere. Dasselbe gilt für die entsprechenden Fasern der Kerne der übrigen Hirnnerven. Ueber einen oberen (dorsalen) Oculomotoriuskern und Beziehungen des Oculomotorius zur Commissura posterior cerebri s. den Abschnitt „Zwischenhirn".

11) u. 12) Ueber den Ursprung des Nervus opticus und olfactorius s. den Abschnitt „Gehirnnerven".

III. Das Mittelhirn.

Das Mittelhirn ist die kleinste der fünf Abtheilungen des Gehirns und hat eine dorsale Längenausdehnung von 18—20, eine ventrale von 9—10 mm. Erstere erstreckt sich von der Wurzel der Epiphyse (Fig. 226, P) bis zum hinteren Rand des Corpus quadrigeminum, letztere von den Corpora mamillaria bis zum Vorderrand der ventralen Fläche der Brücke. Was die Lage des Mittelhirns im Schädel betrifft, so liegt seine Basis der Sattellehne gegenüber.

Es besteht aus einem dorsalen, ventralen und lateralen Theil, wovon bezüglich des dorsalen die Lamina quadrigemina, bezüglich des lateralen die Brachia conjunctiva und die Schleife, bezüglich des ventralen die beiden Grosshirnschenkel und die Lamina perforata posterior unserer Betrachtung anheim-

fallen. Das Mittelhirn ist ferner durchzogen von einem Kanal, dem Aquaeductus Sylvii, welcher eine Verbindung zwischen dem vierten und dritten Ventrikel herstellt. Die Corpora geniculata werden zusammen beim Zwischenhirn abgehandelt, dem wir sie zurechnen müssen.

1) Die Grosshirnstiele oder Hirnschenkel, *Pedunculi s. Crura cerebri* (Fig. 219, P), werden hinten vom vorderen Rand der Brücke und der Brückenschenkel, vorn vom lateralen Theil der Tractus optici (Fig. 219, II') begrenzt, und zerfallen, wie insbesondere an einem Querschnitt (Fig 248) deutlich erkenn-

Fig. 248.

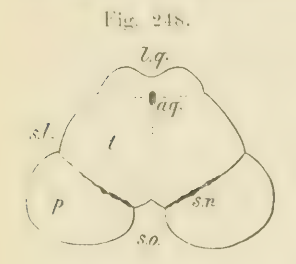


Fig. 248. Querschnitt durch das Mittelhirn.

l.q., Lamina quadrigemina. aq., Aquaeductus Sylvii. s.l., sulcus lateralis mesencephali. s.n., substantia nigra. p, Grosshirnschenkel. t, Haube (tegmentum). s.o., sulcus oculomotorii.

bar ist, in eine ventrale und dorsale Abtheilung, den Hirnschenkelfuss, (p), Pes (Basis) pedunculi s. Pedunculus s.s., und die Hirnschenkelhaube, Tegmentum (t), welche äusserlich durch zwei Furchen, den Sulcus pedunculi lateralis und medialis begrenzt werden, wovon der letztere auch Sulcus oculomotorii genannt wird, da in ihm der N. oculomotorius austritt. Das Tegmentum ist dorsal bedeckt von der Lamina quadrigemina. Zwischen Hirnschenkelfuss und Haube liegt eine ansehnliche Platte grauer (schwarzbrauner) Substanz, das Stratum nigrum s. Substantia nigra Soemmerringii [1]).

Beide Hirnschenkelfüsse schlagen sofort mit ihrem Hervortreten unter (über) der Brücke eine stärker (etwa um 80°) divergirende, zugleich dorsalwärts gewendete Richtung ein, und lassen eine schraubenförmige Drehung ihrer Bündel erkennen. Ihre Breite beträgt anfänglich 12—15 mm. Divergirend nehmen sie zugleich an Breite zu, bis sie sich auf 18—20 mm verbreitert und eine Gesammtlänge von 10—15 mm erreicht haben. An den lateralen Theilen der Tractus optici angelangt entziehen sie sich dem Blick und treten in das Innere des Grosshirns ein, wo sie uns später wieder begegnen werden. Die gegenseitige Entfernung ihrer medialen Ränder beträgt am Vorderrand der Brücke kaum 2, am Hinterrand der Tractus optici dagegen 15 mm. Durch die Corpora mamillaria (Fig. 249 m) und die medialen Ränder der Hirnschenkel wird ein dreiseitiger Raum abgegrenzt, das Trigonum interpedunculare s. intercrurale, das neben und in einer medianen Längsfurche eine zerstreute Gruppe von Gefässlöchern erkennen lässt und seitlich von einem nichtdurchlöcherten frei liegenden basalen Theile der Hirnschenkelhaube begrenzt wird. Der mediane durchlöcherte Streifen heisst Lamina perforata posterior s. media (zum Unterschiede von der L. perforata lateralis s. anterior des Grosshirns, Fig. 219 ××. Lateralwärts von der Lamina perforata posterior folgt also zunächst ein Streifen Haubenfläche, daneben der Sulcus oculomotorii, dann der Hirnschenkelfuss. Der hintere Theil des Trigonum intercrurale liegt mit seinem an die Brücke angrenzenden Theil bei ba-

1) Man hat den Hirnschenkelfuss sammt Haube seit Burdach vielfach auch Caudex cerebri genannt. Andrerseits wird auch der Hirnschenkelfuss für sich allein als Hirnschenkel, die Hirnschenkelhaube als Haube (Tegmentum) bezeichnet.

saler Betrachtung des Gehirns sehr tief; diese Vertiefung heisst Foramen coecum anticum (Fig. 226, hinter III).

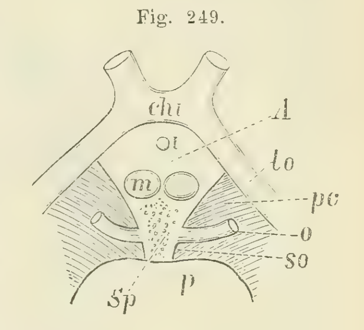


Fig. 249. Basis des Mittelhirns des Erwachsenen.

m, Corpus mamillare (candicans). Sp, Substantia s. Lamina perforata posterior, mit Gefässlöchern; sie zeigt häufig eine mediane Rinne; p, Pons; so, Sulcus oculomotorii (als mediale Grenze zwischen Basis und Haube des Hirnschenkels); o, Nervus oculomotorius, aus dem Sulcus oculomotorii austretend; pc, Hirnschenkelfuss; A, Tuber cinereum; chi, Chiasma opticum; i, Schnittfläche des Infundibulum mit seiner Höhlung.

An der freien Fläche des Hirnschenkelfusses, die wesentlich eine Längs- oder Spiralrichtung der Fasern erkennen lässt, kommen mehr oder weniger beständig andere Faserzüge vor, welche sich durch einen eigenthümlichen Verlauf auszeichnen, es sind dies die bogenförmigen Faserstränge. Sie gehen sämmtlich von der dorsalen Gegend aus, überschreiten die Seitenfläche der Hirnschenkel und gelangen zur Basis desselben. Von ihnen verdienen insbesondere zwei erwähnt zu werden, die Fila pontis lateralia (Arnold) und der Tractus peduncularis (Gudden).

Die Fila pontis (Taenia pontis, Henle) bestehen jederseits aus einem Faserstreifen (Fig. 250 tp), welcher den vorderen Rand der Brücke umsäumt. Er entspringt mit zerstreuten Bündelchen aus der Furche zwischen dem Vierhügel- und Brückenschenkel, sowie aus ersterem selbst. Sehr häufig kommt ihm ein im Sulcus lateralis pedunculi laufendes Bündelchen aus der oberen Faserung des Hirnschenkels entgegen.

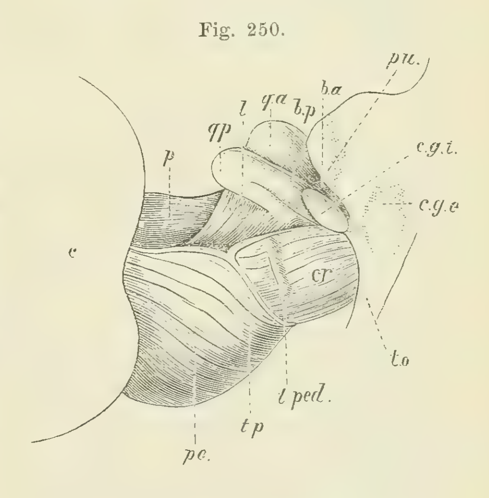


Fig. 250. Seitliche Ansicht des Mittelhirns und der Brücke.
c, Cerebellum. po, Brücke. p, vordere Kleinhirnschenkel. l, Schleife (lemniscus). cr, Grosshirnschenkel. t.p., taenia pontis. t.ped, ein wahrscheinlich dem tractus peduncularis transversus entsprechender Wulst. q.p., hinterer, q.a., vorderer Vierhügel. b.p., hinterer, b.a., vorderer Seitenarm derselben. c.g.i., corpus geniculatum mediale. pu, pulvinar. c.g.e., corpus geniculatum laterale. t.o, tractus opticus.

Beide ziehen nun vereinigt am Vorderrande des Pons um den Hirnschenkel zur Basis derselben und verlieren sich in der Gegend des Sulcus oculomotorii.

Der Tractus peduncularis läuft ebenfalls von der dorsalen zur ventralen Hirnschenkelfläche (Fig. 250 t.ped) wird aber oft nur auf kleine Strecken hin frei sichtbar gefunden, während er bei verschiedenen Säugethieren regelmässig frei bis zur Basis verläuft.

Was die Haube (Tegmentum) betrifft, so ist dieselbe, wie schon erwähnt, durch das Stratum nigrum vom Hirnschenkelfuss getrennt. Die medialen Flächen beider Hauben (Fig. 248, t,) hängen miteinander zusammen; ihre laterale und ein kleiner Theil ihrer unteren Fläche liegen frei; ihre obere Fläche hängt mit der Lamina quadrigemina zusammen. An der Stelle, wo die Hauben beider

Seiten mit der Lamina quadrigemina zusammenstossen, liegt der Aquäduct. Die Haube besteht wie der Hirnschenkelfuss, aus einer Anzahl der wichtigsten Längsfaserstränge, die uns später noch beschäftigen werden. Dazu kommen vielfach netzförmig verflochtene Längs- und Querfasern mit reichlichen Mengen grauer Substanz und besonderen grauen Kernen, unter welchen einer, seiner röthlichen Farbe wegen, den Namen „rother Kern der Haube" erhalten hat (Fig. 247, rk).

Weder nach vorn gegen das Mittelhirngebiet, noch nach hinten, gegen das Hinterhirngebiet, ist die Haube irgend streng abgeschlossen; dasselbe gilt auch vom Hirnschenkelfuss. Und was im Besonderen die Haube betrifft, so kann man sehr wohl von einem Haubengebiet der Brücke und von einem solchen des Nachhirns sprechen, in welchen beiden dieses Gebiet die dorsalen Regionen einnimmt, die eine ähnliche, mit grauen Massen durchflochtene Formatio reticularis erkennen lassen, wie die Haube des Mittelhirns. Letztere setzt sich vorwärts unter die Sehhügel, in das Zwischenhirngebiet fort, und ist dem Angegebenen zufolge rückwärts in der ganzen Ausdehnung des vierten Ventrikels vorhanden, wo die Lamina cinerea sinus rhomboidalis mit ihren Nervenkernen ihr angehört. Diese Verhältnisse werden insbesondere bei der Betrachtung des mikroskopischen Baues und des Faserverlaufes erst vollständig übersichtlich.

Ueber die Haube des Mittelhirns ist hier noch, vorbereitend für spätere Bezugnahmen, das Folgende zu bemerken. Die Längsaxe des Mittelhirns, wie sie in der Richtung des Aquaeductus Sylvii gegeben ist, macht mit der Längsaxe des Zwischenhirns und besonders des Grosshirns, bei welchem sie in einer Linie sich ausspricht, die vom Stirnpol zum Occipitalpol gezogen wird, einen nach vorn-unten offenen Winkel von 105—110°. Je nachdem man Querschnitte durch die Mittelhirnaxe oder durch die Grosshirnaxe anlegt, wird das Bild ein anderes sein. An Querschnitten senkrecht auf den Aquäduct grenzt die Haube des Mittelhirns dorsalwärts an jenen und die Lamina quadrigemina. An Querschnitten senkrecht zur Grosshirnaxe dagegen wird sich ein grosser Theil der Mittelhirnhaube bereits unter dem Sehhügel und im Bereich des Ventriculus tertius befinden müssen. Nur mit Berücksichtigung dieses Umstandes wird es möglich sein, sich vor Missverständnissen in Bezug auf die Abgrenzung der Hauben-Antheile des Mittel- und Zwischenhirns zu bewahren.

In der Umgebung des Aquäductes treffen wir zunächst auf das seiner Lage wegen sogenannte centrale Höhlengrau (Fig. 251 gc), eine Fortsetzung des Höhlengraus der hinterwärts gelegenen Hirntheile. Im ventralen Theil der Mittellinie zeigt sich die Raphe (e). Jederseits von der Raphe erscheint die erwähnte Formatio reticularis (fr), die aus Längs- und Bogenfasern mit eingestreuten Nervenzellen besteht. Ventralwärts vom Aquäducte und centralen Höhlengrau, neben der Medianebene und von den Bogenfasern ventralwärts umschlossen erscheint das hintere Längsbündel (hl). Weiter in der Peripherie und ventralwärts (bei l) sind die Schleifenbündel erkennbar, welche aus einer mächtigen Schicht Bogenfasern, der Schleife, hervorgehen. Letztere bekleidet lateralwärts die ganze Formatio reticularis des Mittelhirns und stammt aus der Vierhügelplatte und dem Velum medullare anticum. Im Gebiet der Mittelhirnhaube stossen wir endlich noch auf die seitlich von der Raphe liegenden (soge-

Fig. 251.

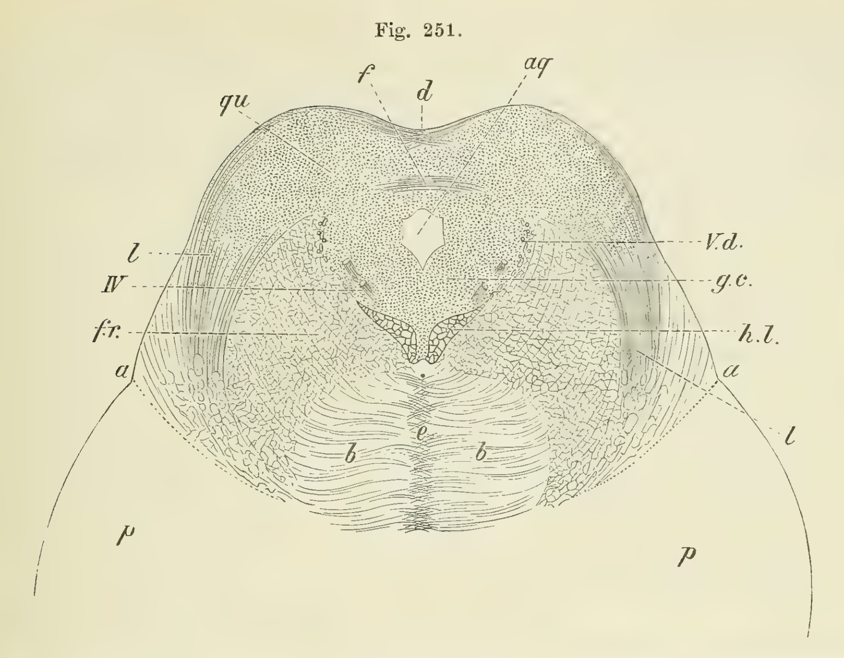


Fig. 251. Querschnitt der Haubenregion und Lamina quadrigemina im Gebiet der hinteren Vierhügel. $^3/_1$.

aq, Aquaeductus Sylvii. qu, hintere Vierhügel. d, Kreuzung der dieselben oberflächlich überziehenden Fasern (Stratum zonale). f, tiefe Fasern der hinteren Vierhügel. l, untere Schleife. g.c., centrale graue Substanz. V.d, Wurzelbündel der absteigenden Trigeminuswurzel. IV, Wurzelbündel des Trochlearis. h.l., hinteres Längsbündel. f.r., Formatio reticularis, b, b, Bindearme in Kreuzung (bei e). a, Grenze der Haubenregion gegen die Region des Pedunculus (p).

nannten) Processus cerebelli ad corpus quadrigeminum (Bindearme), die zum Grosshirn ziehen (b) und durch ihre Kreuzung bei e die Raphe bedingen.

Die gekreuzten Bindearme nun treten an einen ansehnlichen Kern heran und in denselben ein; den rothen Kern der Haube, *Nucleus tegmenti,* Haubenkern (Fig. 247, rk), um jenseits desselben zur Grosshirnrinde zu verlaufen. Dieser schon oben kurz erwähnte rothe Kern befindet sich im Gebiet der oberen Vierhügel, besteht aus massenhaften pigmentirten multipolaren Ganglienzellen und ist im frischen Zustand durch rothgraue Farbe ausgezeichnet.

Von besonderen grauen Lagern im Gebiet des Mittelhirns fand das an der Grenze der Basis zur Haube gelegene Stratum nigrum bereits Erwähnung. Hinter dem rothen Kern, zwischen dem Stratum nigrum und der Vierhügelplatte liegt jederseits der bereits erwähnte Nucleus centralis superior. Als besondere Kerne des Mittelhirns und zwar ebenfalls der Haube desselben, sind endlich die Ursprungskerne für den Nervus oculomotorius und trochlearis zu erwähnen, welche schon oben (S. 402) im Zusammenhang mit den Kernen der übrigen Gehirnnerven beschrieben worden sind.

2) Die Lamina quadrigemina. Sie erstreckt sich von der Wurzel der Epiphyse bis zum Vorderende des vorderen Marksegels, oder wenn man will, bis zum Vorderende der Lingula. Bei natürlicher Lage der Theile liegt die Epiphyse, Zirbel (Fig. 226 P) auf dem vorderen, der vordere Theil des Cerebellum auf dem hinteren Theil der Vierhügelplatte, welche mit ihrer ventralen Fläche an die Tegmente und den Aquaeductus Sylvii grenzt. Man muss

die vorderen und hinteren überdeckenden Theile also zurückziehen, um die Vierhügelplatte freizulegen. Sie hat ihren Namen erhalten von zwei Hügelpaaren, die ihre Oberfläche krönen, einem vorderen, umfangreicheren, platteren, und einem hinteren, kleineren, stärker gewölbten Paare. Die vier Hügel sind von einander getrennt durch eine Kreuzfurche und zwar die Hügel der beiden Seiten durch ein medianes breites Thal, welches zwischen den vorderen Hügeln eine Längsfurche trägt. Die vorderen sind von den hinteren Hügeln getrennt durch je eine quere, in das Längsthal mündende Furche, welche am lateralen Abhang den vorderen Hügel vom hinteren Bindearm trennt. In der Tiefe des vorderen Abhangs des Längsthals, hinter der Basis der Zirbel und an die hintere Commissur grenzend, liegt ein kleiner medianer Hügel, Colliculus subpinealis [Schwalbe], so dass ihn mitgerechnet im Ganzen ein Fünfhügel vorhanden wäre. Vom Velum medullare anticum zieht in das die Hügel beider Seiten trennende Thal ein etwas über 1 mm breiter Streifen und verliert sich auf der dorsalen Fläche alsbald. Dieser Streifen, Frenulum veli medullaris antici, ist häufig mit einer medianen Längsfurche versehen. In der Nähe seines Ausgangspunktes liegt jederseits die Austrittsstelle für den vierten Hirnnerven, den Trochlearis (Fig. 240).

Vom lateralen Rande eines jeden der vier genannten Hügel geht ein lateralwärts ziehender Strang aus, Brachium conjunctivum, Bindearm, Seitenarm, deren somit vier vorhanden sind, zwei vordere und zwei hintere. Ueber das Brachium conjunctivum anticum wölbt sich ein nach hinten stark auslaufender Theil des Thalamus opticus, das Polster (Pulvinar) (Fig. 240, 18; Fig. 253, P). Man muss das Polster etwas aufheben, um das Brachium conjunctivum anticum als scharfgeschnittenen markweissen, in wesentlich querer Richtung laufenden Strang zu sehen. Zwischen dem Pulvinar und dem Corpus geniculatum mediale lateral-abwärts und endlich vorwärts ziehend, gelangt das Brachium conjunctivum in die Gegend des Corpus geniculatum laterale und läuft daselbst theils in den Sehhügel, theils in das laterale Bündel des Tractus opticus aus. Es enthält somit eine Wurzel des Tractus opticus. Bis zum Corpus geniculatum laterale hat es eine Länge von etwa 25 mm. Weit kürzer ist das hinter ihm gelegene Brachium conjunctivum posticum, welches lateral-ab- und vorwärts zieht und nach einem Laufe von 5—8 mm sich unter dem Corpus geniculatum mediale verbirgt. Jenseits dieses Hügels tritt wieder ein markweiser Streifen aus, der das mediale Bündel des Tractus opticus darstellt.

Vordere und hintere Vierhügel sind weder in ihrem Bau, noch in ihren Verbindungen einander gleich. Während die vorderen Hügel als theilweise Ursprungsgebiete des Tractus opticus erkannt sind, muss für die hinteren Vierhügel eine solche Verbindung in Abrede gestellt werden. Mit Bezug auf den Umstand, dass der Tractus opticus, hervorgehend aus dem Stiel der embryonalen Augenblase, und die Retina, als das Erzeugniss der Augenblase selbst, aus dem primitiven Vorderhirn, dem ersten Gehirnbläschen hervorgegangen sind, ist die erwähnte Mittelhirnverbindung natürlich als eine hintere Wurzel des Opticus zu betrachten; das Stammgebiet des Opticus ist dagegen im Zwischenhirn selbst zu suchen.

Die Vierhügel, deren Form als Folge einer schon frühzeitig eintretenden Längs- und Querfaltung der Vierhügelplatte aufgefasst werden kann, enthalten

im Innern graue Anschwellungen, welche nichts anderes sind als Erhebungen der grauen Substanz in der Umgebung des Aquaeductus Sylvii. In den ventralwärts vom Aquaeduct befindlichen grauen Massen sind die Ursprungskerne des Trochlearis und Oculomotorius enthalten, wie schon oben (S. 402) angegeben worden ist.

Die hinteren Vierhügel sowie das sie trennende Thal sind oberflächlich von einer dünnen Lage markhaltiger Nervenfasern überzogen, dem Stratum zonale. Diese Faserlage stammt aus dem Brachium conjunctivum posticum, welches auch in das Innere des hinteren Vierhügels Faserungen entsendet. Der Querschnitt der grauen Substanz des hinteren Hügels ist ungefähr elliptisch. Wie diese Ganglien der hinteren Hügel mit dem centralen Grau zusammenhängen, so hängen auch diese Ganglien unter sich selbst zusammen. Vorwiegend sind kleine multipolare Ganglienzellen in ihnen vorhanden; zwischen ihnen zerstreut kommen auch einzelne grössere vor. Während die hinteren Vierhügel vorn-lateralwärts die Fasern ihrer Brachia conjunctiva aufnehmen, so entsenden sie anscheinend ventro-lateralwärts Faserzüge, welche als untere Schleife bezeichnet werden.

Wie Tartuferi's Untersuchungen ergeben haben, besteht das vordere Hügelpaar aus folgenden vier Schichten:

a) dem Stratum zonale, 30—40 μ dick, aus markhaltigen Fasern bestehend, welche die folgende Schicht bedecken;

b) dem Stratum cinereum, der peripheren grauen Substanz, welche innerhalb einer reichlichen Neuroglia viele kleine Nervenzellen enthält; sie hängt zusammen mit

c) dem Stratum opticum, welches viele längsverlaufende feine Nervenfaserbündel innerhalb der grauen Grundlage zeigt. Diese Bündel streben nach vorn-lateralwärts und gehen in das Brachium conjunctivum anticum und damit in den Tractus opticus über. Die Nervenzellen sind sternförmig und haben 8—12 μ Durchmesser. Es folgt endlich

d) die Schleifenschicht, *Stratum lemnisci*, welche ihrerseits an die centrale graue Substanz des Aquaeductus Sylvii grenzt. Die Schleifenschicht besteht aus einer grossen Zahl transversaler markhaltiger Nervenfasern, die in der Mittellinie Kreuzungen erkennen lassen, lateralwärts dagegen in nach aussen convexen Bögen in die unter den Vierhügeln gelegene Haubengegend eindringen. Meynert beschrieb sie als obere Schleife. Diese bogenförmig die graue Substanz des Aquaeductus umziehende Faserplatte, die wie ein in der Mitte dünnes, seitlich breites Gewölbe der unterliegenden grauen Substanz aufliegt, ist durchsetzt von vielen radiären Nervenfasern, die zum grossen Theil aus umgebogenen Schleifenfasern entstehen und in die nächst obere Schicht gelangen; ein anderer Theil von radiären Fasern der Schleifenschicht dringt nach entgegengesetzter Richtung und gelangt in das Grau des Aquaeduct.

Ueber die Vierhügelwurzel des Tractus opticus liegen neue Untersuchungen am Kaninchen vor, aus welchen sich ergibt, dass diese Wurzel hauptsächlich in den zwei vorderen Drittheilen des vorderen Zweihügelpaares derselben Seite sich vertheilt und dessen äussere Peripherie einnimmt, während der innere Abschnitt der Peripherie Fasern den Anfang gibt, welche von dem Vierhügel zur Rinde des Grosshirns ziehen (Fig. 252).



Fig. 252. Frontalschnitt durch den vorderen Vierhügel des Kaninchens.

1, vorderer Vierhügel; 2, Tractus opticus; 3, Corpus geniculatum laterale; 4, Linsenkern; 5, Hirnschenkelfuss; 6, Fasern des Vierhügels zur Grosshirnrinde; 7, hintere Commissur (des Zwischenhirns). (Nach v. Darkschewitz).

3) Die Schleife, Lemniscus s. Laqueus. Bei aufmerksamer Betrachtung der lateralen Fläche des Crus cerebelli ad corpus quadrigeminum fällt bei zweckmässiger Beleuchtung eine dreiseitige Platte auf (Trigonum lemnisci, Fig. 250 l), welche vom dorsalen Rande des Brückenschenkels aus gegen die laterale Fläche des hinteren Vierhügels und zu seinem Crus cerebelli oder Bindearm zieht. Es enthält im Innern die Schleife, Lemniscus. Der hintere Rand des Schleifenfeldes ist frei und steht bei normaler Haltung der Theile senkrecht. Seine Länge beträgt gegen 8 mm. Die Basis des Dreiecks berührt den Brücken- und Grosshirnschenkel. Die Schleife besteht aus Faserzügen, welche sich an Zerfaserungspräparaten rückwärts durch den Brückenschenkel hindurch zum Seitenstrang der Medulla oblongata verfolgen lassen und zwar besonders zu jenem Bündel, welches lateralwärts an die Olive grenzt und uns als lateraler Hülsenstrang bereits bekannt ist (Fig. 253 L). Ueber die wirklichen Verlaufsverhältnisse gibt indessen die Zerfaserungsmethode keine Entscheidung und werden wir darum der Schleife noch anderwärts begegnen. Hier sei nur im Anschluss an das S. 406 bereits Erwähnte hervorgehoben, dass im Schleifenfelde ansehnliche Züge von **Bogenfasern** verlaufen, welche, von der Lamina quadrigemina aus verfolgt, um die laterale Fläche des Mittelhirns schräg nach hinten ziehen und am Sulcus lateralis pedun-

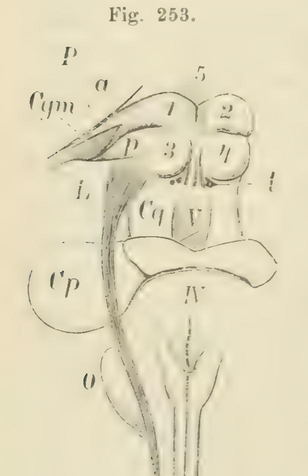


Fig. 253. Dorsale Ansicht des Vierhügels und der Medulla oblongata, nach weggenommenem Kleinhirn.

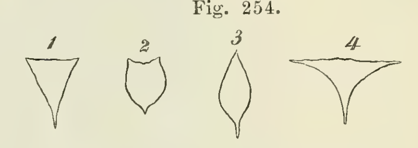
1, 2, 3, 4, die vier Hügel; t, Austrittslöcher des ausgerissenen N. trochlearis; zwischen beiden steigt das längsgefurchte Frenulum veli medullaris antici zum Vierhügelthal auf. V, Velum medullare anticum; Cq, Vierhügelschenkel des Kleinhirns; Cp, Brückenschenkel des Kleinhirns; L, Laqueus, Gurt, Schleife. Die in der Schleife enthaltene Fasermasse ist durch Zerfaserung medullarwärts verfolgt und bis zum hinteren Hülsenstrang bei O (Olive) verfolgt. IV, Ventriculus IV, mit dem Sulcus longitudinalis und dem Obex. 5, fünfter, unpaarer Hügel (Schwalbe). P, hinterer Rand des Pulvinar thalami optici; Cgm, Corpus geniculatum mediale; a, Brachium conjunctivum anticum; p, Brachium conjunctivum posticum; O, untere oder grosse Olive.

culi angelangt in die Tiefe dringen, um früher oder später zu Längsbündeln zu werden. Ueber die complicirten Verhältnisse der Schleifenfasern s. den Abschnitt Leitungsbahnen.

4) Aquaeductus Sylvii. Die Sylvische Wasserleitung hat eine Länge von 15—20 mm, ist von Epithel ausgekleidet und mündet vorn unter der hinteren Commissur (Fig. 226 cp) in den Ventrikel des Zwischenhirns, hinten in

Fig. 254. Querschnitte durch den Aquaeductus Sylvii. (Nach Gerlach.) $^{4}/_{1}$.

1, Aus der Gegend der hinteren Commissur. 2, aus der Mitte der vorderen Vierhügel. 3, aus dem Ende der hinteren Vierhügel. 4, unter dem Velum medullare anticum.



den Ventriculus quartus. Sie hat dorsal die Vierhügelplatte, ventral die Tegmente zur Begrenzung. Der Sulcus medianus foveae rhomboidalis setzt sich auf den Aquäduct fort, wie sich besonders deutlich an Querschnitten ergibt. Letztere zeigen zugleich die wechselnden seitlichen und dorsalen Begrenzungslinien (Fig. 254).

IV. Das Zwischenhirn.

Am Zwischenhirn ist ein Sehhügelgebiet und ein Hauben-Trichtergebiet zu unterscheiden. Die in jenem zu untersuchenden Gebilde sind der Sehhügel, die Corpora geniculata und die Zirbel; dem Haubentrichtergebiet fallen die Haube des Zwischenhirns, das Tuber cinereum mit dem Trichter und Hirnanhang, sowie die Corpora mamillaria zu. Das Zwischenhirn schliesst ferner einen Ventrikel ein, dessen Verhältnisse zugleich mit seiner Deckplatte zu betrachten sind.

Das Sehhügelgebiet ist von dem Hauben-Trichtergebiet am leichtesten an einem Medianschnitt durch das Gehirn zu unterscheiden (s. Fig. 226). Die Grenze ist bestimmt durch eine Furche, welche anfangs längs des oberhalb mit f (columna fornicis) bezeichneten Stranges verläuft und darauf die Richtung zur vorderen Mündung des Aquaeductus Sylvii einschlägt. Diese Furche hat den Namen Sulcus Monroi; sie verläuft hienach im Ganzen längs einer Linie, die sich von einer Stelle oberhalb ca, wo sich das Foramen Monroi zwischen dem aufsteigenden Gewölbschenkel (der hier abgeschnitten ist) und dem angrenzenden Sehhügelrande befindet, bis zu cp erstreckt. Das aufwärts vom Sulcus Monroi gelegene Gebiet gehört dem Sehhügel-, das abwärts gelegene dem Hauben-Trichtergebiet an.

a) Das Sehhügelgebiet.

1) Der Sehhügel, Thalamus opticus. Der Sehhügel ist ein gebogener platten- oder keulenförmiger Körper (Fig. 226; Fig. 255), an welchem man eine dorsale, obere, in sagittaler Richtung convexe, eine ventrale, untere, in sagittaler Richtung concave, oder Hirnschenkel-Fläche, eine mediale (in ihrem vorderen Drittel Ventrikularfläche), und eine laterale oder Capsularfläche, sowie eine vordere (obere) und hintere (untere) abgerundete Spitze unterscheidet.

Die beste Vorstellung von diesem Körper und seiner Begrenzung erhält man theils durch die Untersuchung einer Reihe aufeinanderfolgender Querschnitte,

Fig. 255.

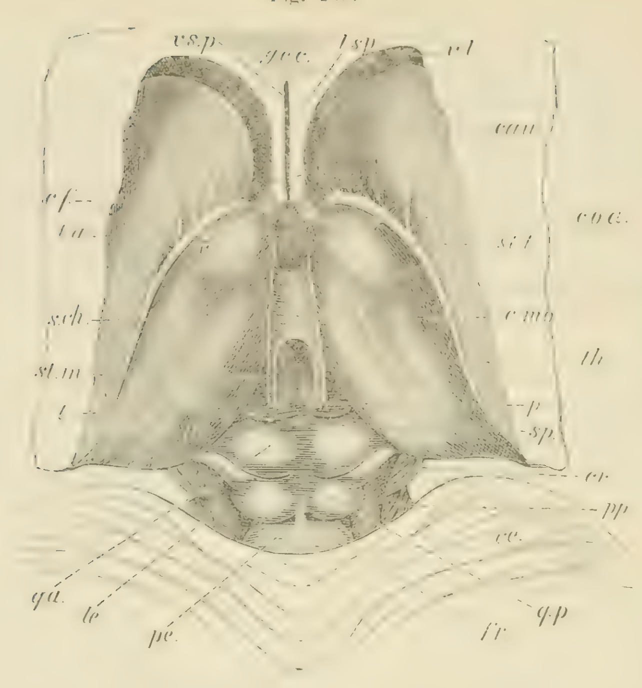


Fig. 255. **Obere Ansicht des Mittelhirns, Zwischenhirns und Streifenhügels.**

ce, Kleinhirn. pe, vordere Kleinhirnschenkel mit velum medullare anticum. fr, frenulum veli medullaris antici le, Schleife. pp, Brückenschenkel des Kleinhirns. cr, Grosshirnschenkel. q p., hintere, q.a., vordere Vierhügel. sp, tuberculum subpineale. p, Stiel der abgeschnittenen Zirbel. t, trigonum habenulae. pu, pulvinar. th, Sehhügel. st.m, stria medullaris thalami. c.mo., commissura mollis. t.a., tuberculum anterius. s.ch., sulcus chorioideus. st.t., stria terminalis. v, durchschnittene vena corporis striati. cf, Säulchen des Fornix. co.a., vordere Commissur. cau, Streifenhügel. v.l., Vorderhorn des Seitenventrikels. l.s.p., lamina septi pellucidi. v.s.p., ventriculus septi pellucidi. g.c.c., Balkenknie

theils durch Ablösung seiner unteren und lateralen Fläche von seinen Nachbarn, eine Ablösung, die allerdings mit der Zerstörung einer Reihe von Verbindungen Hand in Hand geht. Aber man hat dadurch den Vortheil, sich die Gesammtform des Thalamus unmittelbar zugänglich zu machen (Fig. 256).

Fig. 256.

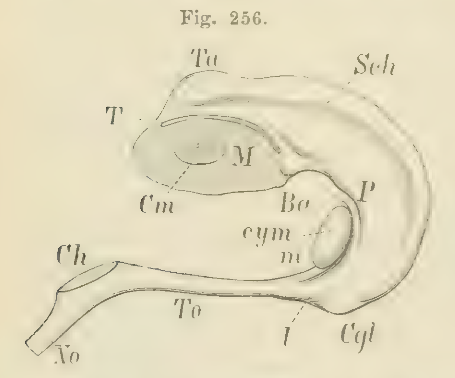


Fig. 256. **Abgelöster Thalamus opticus des rechten Zwischenhirns von der medialen Seite gesehen; mit seinem Uebergang in den Tractus opticus (TO).**

T, Taenia thalami optici s. ventriculi III; M, mediale (Kammer-)fläche des Sehhügels; Cm, Commissura mollis; Ta, Tuberculum anterius des Sehhügels; Sch, Sulcus chorioideus der dorsalen Sehhügelfläche; P, Gegend des Pulvinar Thalami optici; Ba, Brachium conjunctivum anticum; cym, corpus geniculatum mediale; m, mediale Wurzel des Tractus opticus; l, laterale (besser intermediäre) Wurzel des Tractus opticus; Cgl, Corpus geniculatum laterale mit der lateralen Tractuswurzel; To, Tractus opticus; Ch, chiasma opticum; No, Nervus opticus.

Was Schnitte betrifft, so bringt uns schon die Fig. 257 viele wichtige Beziehungen nahe. Sie stellt einen Querschnitt dar, welcher durch das vordere Drittel der Längsausdehnung des Thalamus und zwar hinter der Commissura mollis

Fig. 257.

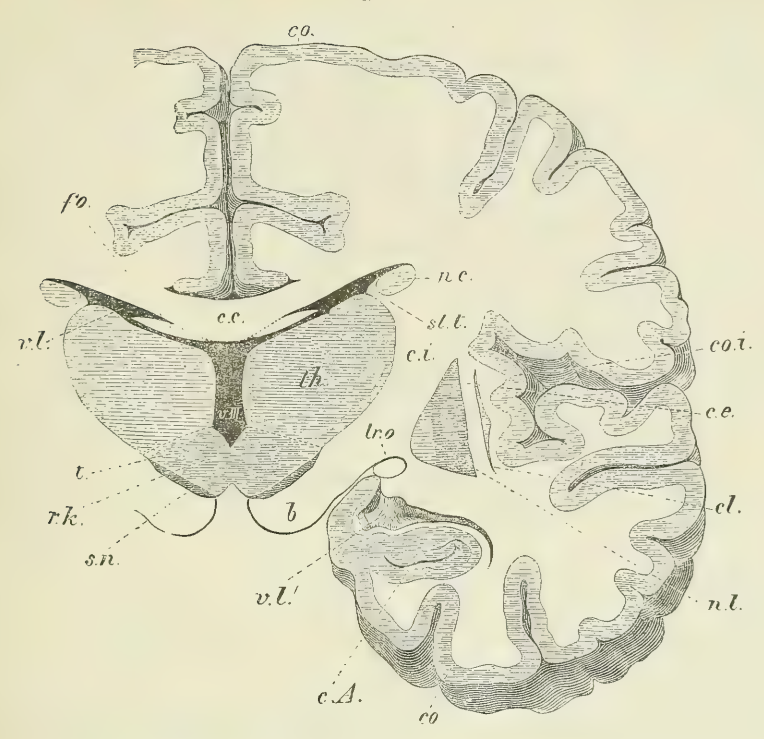


Fig. 257. Frontalschnitt durch Grosshirn und Zwischenhirn.

co, Rinde der Grosshirn-Hemisphäre. co.i, Rinde der Insel. cl, Claustrum oder Vormauer. c.e., capsula externa. n.l., nucleus lentiformis. c.i., capsula interna. n.c., nucleus caudatus. c.c., Balken. th., Sehhügel. fo., fornix. v.lll., dritter Ventrikel. t, Haube. s.n., substantia nigra. r.k., sog. rother Kern der Haube. b, Grosshirnschenkel. tr.o., tractus opticus. v.l., Seitenventrikel, cella media. v.l', Seitenventrikel, Unterhorn. c.A., Ammonshorn. st.t., stria terminalis.

desselben geführt ist. Der Sehhügel (th) zeigt uns seine obere, theils dem unter dem Balken (cc) liegenden Fornix, theils dem Seitenventrikel zugekehrte Fläche; seine mediale Wand ist eine Grenzwand des dritten Ventrikels, seine untere Wand grenzt an der Haube (t), seine laterale Wand an die Capsula interna (ci), die von einer Fortsetzung des Hirnschenkelfusses (b) gegen das Grosshirn gebildet wird. Von dieser Capsula interna dringt ein Markblatt gegen die obere laterale Kante des Sehhügels und scheidet dadurch den Sehhügel von dem ihm benachbarten Streifenhügel, d. h. dem ihm zu Grunde liegenden grauen Kern, dem Nucleus caudatus (nc). Jenes Markblatt hat den Namen Stria terminalis.

Untersuchen wir hierauf den Sehhügel als Ganzes, so tritt uns dessen gebogene Form in Fig. 256 (von T bis l) entgegen. Wir haben den rechtsseitigen Sehhügel vor uns, der uns seine mediale (vertikale und ventrikulare) Fläche M zuwendet. Das Feld Cm darin entspricht dem Ansatz der Commissura mollis, die den einen Sehhügel mit dem andern verbindet. Weiter nach hinten (rechts) zieht sich diese mediale Wand zu einem abgerundeten Rand zusammen, der als solcher uns bei P als Pulvinar entgegentritt und bis zur unteren Spitze des Sehhügels bei Cgl herabzieht, wo dieses Ende zu dem Corpus geniculatum laterale anschwillt und darauf in den Tractus opticus (To) übergeht. Der

letztere hat hier seine laterale (l), ihr gegenüber (bei m) seine mediale Wurzel, deren oberes Ende in das in der Figur cgm bezeichnete Corpus geniculatum mediale übergeht. Weiter dorsalwärts liegt die Einmündungsstelle des Brachium conjunctivum anticum. Bei T befindet sich die gleich zu betrachtende Stria medullaris (Taenia thalami optici). Ta deutet das Tuberculum anterius der dorsalen Fläche, Sch den Sulcus chorioideus derselben Fläche an. An der vorliegenden Figur nehmen wir hiernach die mediale Fläche und den medialen Rand, ausserdem die dorsale Fläche von der Seite betrachtet wahr. Die zwischen dem oberen und unteren Ende des Sehhügels vorhandene Höhlung, von der Gegend der Buchstaben Cm bis Cgl sich erstreckend, wird von dem Hirnschenkel, und zwar vor Allem von der Haube, weiter ventralwärts vom Hirnschenkelfuss eingenommen. Die Krümmung der Sehhügelplatte ist in ihrem vorderen, bis zum Pulvinar reichenden Abschnitt eine mässige, sie wird aber eine scharfe in dem folgenden Abschnitt, so dass die untere Spitze mit dem lateralen Kniehöcker nach vorn zurückgebogen ist. So ähnelt die Krümmung z. B. derjenigen der Femurcondylen. Die Längsaxe der gebogenen Platte liegt nicht sagittal, sondern mit dem hinteren Ende lateralwärts gerichtet, so dass, während das obere Ende der Medianebene nahe liegt, das untere 20 mm davon entfernt ist. So windet sich die Platte in einer fast senkrecht zur Axe des Hirnschenkels gestellten Ebene um letzteren. Die Verjüngung des Sehhügels gegen das untere umgebogene Ende findet dadurch statt, dass der mediale Rand von der Zirbelgegend an zuerst mässig, dann rasch lateralwärts zieht (Fig. 255). Der laterale Rand des Sehhügels dagegen zeigt vom Anfang bis zum Ende die gleiche Divergenz von der Medianebene, mit Ausnahme des letzten Stückes des zurückgebogenen Theils, von welchem der laterale Rand gerade nach vorn und leicht medianwärts zieht.

Betrachten wir noch die dorsale Sehhügelfläche von oben, nachdem alle sie bedeckenden Theile entfernt sind (Fig. 255 th), so zeigt sie eine weissliche Beschaffenheit, in Folge der Gegenwart eines Stratum zonale. An ihrem Aussenrand liegt die Stria terminalis s. cornea, längs welcher eine Vene mit kleinen Aesten nahe unter der Oberfläche von hinten nach vorn zieht. Der mediale Rand der oberen Fläche, welcher an den dritten Ventrikel grenzt, (der bei c.mo die Commissura mollis sehen lässt), ist gesäumt durch einen Markstreifen, Stria medullaris (stm), der nach hinten in die Stiele der (abgeschnittenen) Zirbel (p) übergeht. Lateralwärts und ventralwärts von diesen Stielen liegt jederseits ein kleines Feld des Sehhügels, das Trigonum habenulae [Schwalbe]. Ueber die dorsale Fläche des Sehhügels streicht ferner von vorn nach hinten eine Furche (sch), Sulcus chorioideus. Sie entspricht der lateralen Grenze des dem Sehhügel medianwärts aufliegenden Fornix, der übrigens noch eine Tela chorioidea unter sich hat. Das zwischen dem Sulcus chorioideus und der Stria terminalis liegende Sehhügelfeld zeigt vorn einen stumpf hervorragenden Höcker, das Tuberculum anterius (ta). Am entgegengesetzten Ende der dorsalen Sehhügelfläche liegt das Pulvinar (pu) s. Tuberculum posterius, dem diesseits vom Sulcus chorioideus gelegenen Sehhügelfelde angehörig.

Von der medialen Sehhügelfläche, soweit sie dem dritten Ventrikel angehört (Fig. 226), ist nur weniges nachzutragen. Ihre Farbe ist grau, gegenüber der weisslichen der dorsalen Fläche. Sie reicht nach vorn bis zum Foramen

Monroi, nach hinten bis zur hinteren Commissur (cp), dorsalwärts bis zur Stria medullaris, ventralwärts bis zum Sulcus Monroi. Etwas vor ihrer Mitte (bei cm) stehen beide mediale Flächen durch die Commissura media s. mollis miteinander in Verbindung, eine Brücke grauer Substanz von wechselnder Stärke, einer Länge bis zu 12, einer Höhe bis zu 6 mm. Die Breite und Festigkeit ist sehr gering, so dass die Brücke leicht zerreisst. Die Commissura mollis ist entweder das Erzeugniss einer secundären Verwachsung, oder der Rest einer früher grösseren Verbindung beider Flächen [Ehlers].

Der Sehhügel besteht aus grauer und weisser Substanz. Die graue Substanz bildet einen medialen, lateralen und oberen Kern, die durch Schichten von Nervenfasern (Laminae medullares) nur unvollständig von einander getrennt und von dünneren Faserzügen durchdrungen werden. In Folge dessen erscheinen sie auf Durchschnitten streifig. Der obere Kern endigt vorn im Tuberculum anterius; der mediale und der laterale sind nur in dem hinteren Theil des Sehhügels durch einen Markstreifen von einander geschieden.

Ueber die Lage der grauen Kerne des Thalamus orientirt die Fig. 258, die einen Horizontalschnitt durch den linken Thalamus darstellt. Die laterale Wand des Thalamus und seines lateralen Kerns grenzt an die Capsula interna.

Fig. 258.

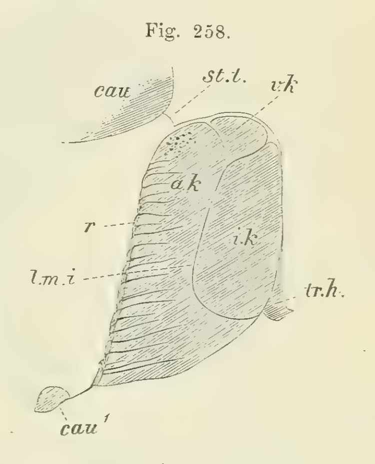


Fig. 258. Horizontalschnitt durch den Thalamus opticus. Natürliche Grösse.

v.k., vorderer (oberer) Kern. a.k., äusserer. i.k., innerer Kern. l.m.i, Lamina medullaris interna. r, Gitterschicht und Lamina medullaris externa. tr.h, Trigonum habenulae. st.t., Stria terminalis. cau, cau[1], Nucleus caudatus.

Diese laterale Wand ist ausgezeichnet durch eine reichliche Einstrahlung von Nervenfasern aus den verschiedensten Gebieten der Hemisphäre des Grosshirns. Man nennt diese Einstrahlung den Stabkranz des Sehhügels. Wie Fig. 259 zeigt, grenzt das vordere Ende des Thalamus lateralwärts an jenen Theil der inneren Kapsel (ci), welcher das Knie (g) der inneren Kapsel genannt wird. Eine hier zwischen dem Kopf des Nucleus caudatus und dem Linsenkern einstrahlende Bahn, die vom Stirnlappen der Hemisphäre gegen das vordere Ende des Thalamus zieht, dringt in letzteren und zwar in den äusseren Kern des Thalamus ein und verbindet diesen mit dem Stirnhirn. Meynert bezeichnete diesen Theil des Sehhügel-Stabkranzes als vorderen Stiel des Thalamus (bei a.k Fig. 260 quergeschnitten). Der grössere Theil der lateralen Sehhügelfläche liegt hinter dem Knie der Capsula interna. Dieser hintere Theil der lateralen Fläche nimmt Faserstrahlungen auf aus dem hinteren Theil des Stirnlappens, dem Scheitel-, Schläfen- und Hinterhauptslappen, besonders aus dem letzteren. Sie laufen in das Pulvinar ein; da letzteres auch einen Theil des Tractus opticus aufnimmt, ist hierselbst die Faserstrahlung sehr stark und hat den Namen Sehstrahlung [Gratiolet] erhalten. Ein Theil der letzteren Fasern begibt sich zur dorsalen Fläche des Thalamus und trägt dadurch zur Bildung seines Stratum zonale bei. Die Art der Einstrahlung der Stabkranzfasern in die laterale Sehhügelfläche ist dadurch besonders gekenn-

Fig. 259.

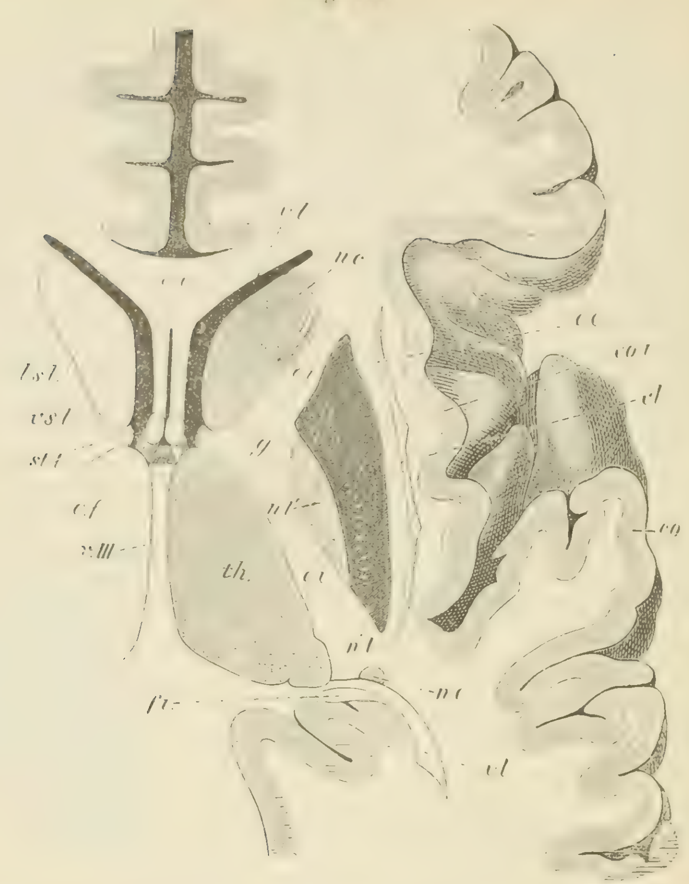


Fig. 259. Horizontalschnitt durch den mittleren Theil der rechten Grosshirn-Hemisphäre. co, Grosshirnrinde. co.i, Rinde der Insel, deren Windungen zu erkennen sind. cl, claustrum (Vormauer). c.e, capsula externa. n.l, Linsenkern, äusseres Glied. n.l', mittleres Glied des Linsenkerns (das innere liegt in einer tieferen Schnittebene). c i. c.i, innere Kapsel. g, Knie der inneren Kapsel n c, Kopf des nucleus caudatus. st.t, stria terminalis. th, Schlügel. n.c', Schweif des nucleus caudatus, beim Uebergange zum Dach des Unterhorns abgeschnitten. v.l, Vorderhorn des Seitenventrikels. v.l', Uebergangstheil des Seitenventrikels zum Unterhorn. fi, Anfang der fimbria. c.c, Balkenknie. l.s.l, lamina septi pellucidi. v.s.l, ventriculus septi pellucidi. c.f, columnae fornicis; dazwischen ist die vordere Commissur zn erkennen. v.III, dritter Ventrikel.

Fig. 260.

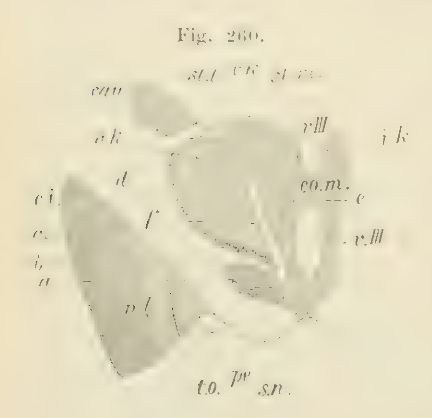


Fig. 260. **Skizze eines Querschnitts durch Thalamus und Regio subthalmica im Gebiet der Commissura mollis.** Natürliche Grösse.

cau, Nucleus caudatus n.l., Linsenkern. t.o., Tractus opticus. pe, Pedunculus. s.n., Substantia nigra. v.III, v.III, dritter Ventrikel. co.m., Commissura mollis. a, Corpus subthalamicum (sog. Luys'scher Körper). b, Zona incerta von Forel. c, dorsale Schicht der Regio subthalamica, in d, die Lamina medullaris externa übergehend. e, Bestandtheile des unteren Thalamusstiels. f, sog Vicq d'Azyr-sches Bündel (aufsteigender resp. absteigender Schenkel des Fornix). i.k., innerer Kern, a.k, äusserer Kern des Thalamus; die Punkte innerhalb des letzteren deuten quergeschnittene Markbündel an. st.m., Stria medullaris. v.k., vorderer oder oberer Kern des Thalamus. st.t., Stria terminalis. c.i, Capsula interna.

zeichnet, dass sie in der peripheren Zone derselben ein Geflecht von Bündeln der verschiedensten Richtung bilden, welches

in seinen Maschenräumen graue Substanz enthält. Diese schmale Schicht heisst Stratum reticulatum [Arnold], Gitterschicht (Fig. 258, r). Nach innen verdichtet sich diese Schicht zu einer dünnen Marklamelle, Lamina medullaris externa des Sehhügels. Sie geht ventralwärts in die dorsale Schicht der Regio subthalamica über (Fig. 260, d in c).

Durch die Lamina medullaris interna thalami (Fig. 258, entsprechend der Linie lmi) ist der Nucleus lateralis vom Nucleus medialis [Burdach] abgegrenzt. Vorn geht die Lamina medullaris interna in eine mit dem Stratum zonale zusammenhängende Kapsel über, welche den am besten isolirten Kern, den Nucleus superior s. anterior umschliesst. Dieser ist im Gebiet des Tuberculum superius am stärksten ausgebildet und zieht sich nach hinten schweifähnlich aus, wo er sich im Stratum zonale verliert. So gleicht er einigermassen dem später zu beschreibenden Nucleus caudatus des Grosshirns. An der Basis des Kopfes des vorderen Kerns breitet sich ein von der Tiefe kommender Strang markhaltiger Fasern trichterförmig aus, das wichtige Vicq d'Azyr'sche Bündel (Fig. 260 f, Fig. 261 f). Dasselbe kommt vom Corpus mamillare des Zwischenhirns, durchdringt in nach hinten convexem Bogen aufsteigend die Substanz des Zwischenhirns und zieht in der erwähnten Weise zur Basis des vorderen Kerns. Der

Fig. 261.

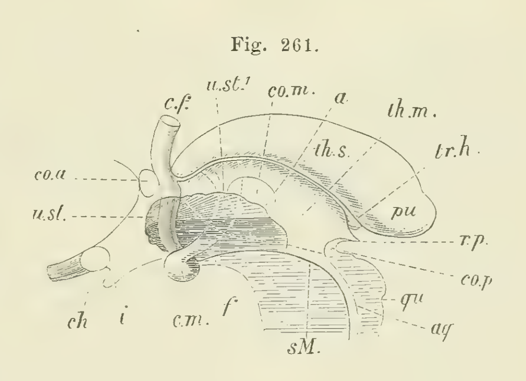


Fig. 261. Thalamus opticus, Corpus mammillare, Radix columnae fornicis und Vicq d'Azyr'sches Bündel. Natürliche Grösse.

Das Gehirn ist durch einen Medianschnitt halbirt; die einzelnen Theile vom dritten Ventrikel aus gesehen dargestellt. th.m., mediale Fläche des Thalamus mit co.m., Commissura mollis. Im unteren vorderen Theile dieser Fläche ist das centrale Höhlengrau bis zur Linie a hin entfernt. Dadurch sind blossgelegt: der untere Theil von c.f., Radix columnae fornicis, ferner u.st., unterer Stiel des Thalamus, sich bei u.st¹ flächenhaft über dessen mediale Fläche ausbreitend, und f, Vicq d'Azyr'sches Bündel (Radix descendens fornicis). c m., Corpus mamillare. s.M., Sulcus Monroi. th.s., dorsale Fläche des Thalamus mit pu, Pulvinar. tr.h., Trigonum habenulae; aus ihm verläuft zwischen th.s. und th.m. die Stria medullaris zur Columna fornicis. qu, Durchschnitt der Vierhügel. aq, Aquaeductus Sylvii. co.a, Commissura anterior. ch, Chiasma. i, Infundibulum.

Schweif des vorderen Kerns (Fig. 260, vk) liegt dagegen zwischen zwei Lamellen des Stratum zonale, welche lateralwärts mit der Stria terminalis, medianwärts mit der Stria medullaris verbunden sind. Der innere Kern des Thalamus ist viel kürzer als der äussere. Er entbehrt der Einstrahlung stärkerer Faserbündel und steht mit dem sogleich zu erwähnenden centralen Grau des dritten Ventrikels in Verbindung (Fig. 260, rechts von e). Die an der medialen Wand des Thalamus befindliche graue Substanz, das centrale Grau des dritten Ventrikels, liefert die Commissura mollis, ist lateralwärts durch ein schmales Faserbündel, den aus der Substantia innomminata hervorgehenden „unteren Thalamusstiel“ (Fig. 260, e) von dem inneren Kern abgegrenzt, während ausserdem die Abgrenzung gegen den inneren Kern fehlt; sie setzt sich ventralwärts ununterbrochen in die graue Bodencommissur fort. Der erwähnte untere oder innere Thalamusstiel, aus der Substantia innominata s. Ansa peduncularis (Fig. 262, bcde) hervorgegangen, besteht nach Meynert aus zwei Schichten,

Fig. 262.

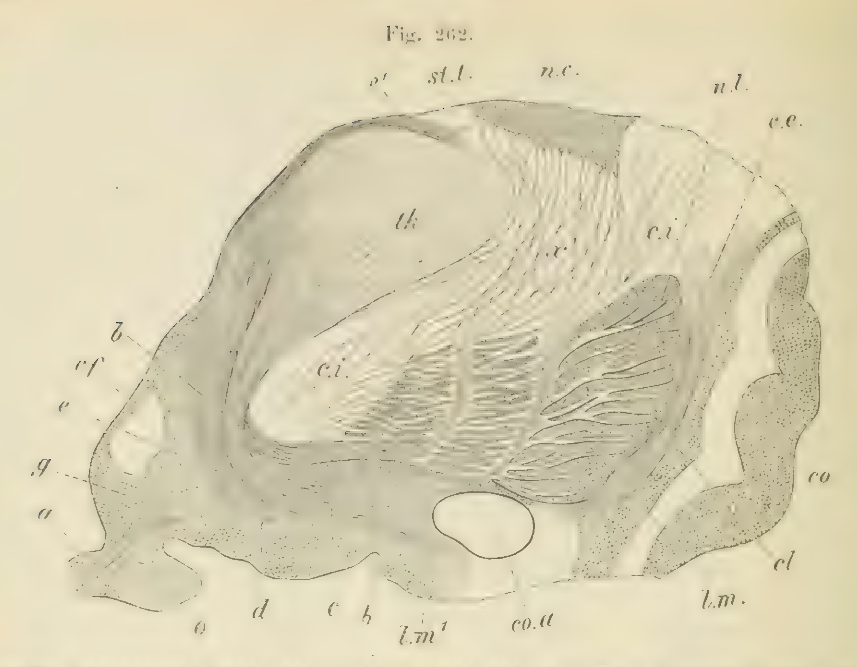


Fig. 262. Querschnitt durch das vordere Ende des Thalamus, durch Streifenhügel und Inselrinde. Nach Meynert. $^2/_1$.

th, Vorderes Ende des Thalamus. st.t., Stria terminalis. n.c., Nucleus caudatus. n.l., Nucleus lentiformis, äusseres Glied. l.m., Lamina medullaris externa; l.m^1, Lamina medullaris interna des Linsenkernes. In beide Laminae strahlen Fasern x aus dem Nucleus caudatus durch die innere Kapsel (c.i., c.i.) ein. cl, Claustrum. c.e., Capsula externa. co, Inselrinde. co.a, vordere Commissur. g, centrale graue Substanz des dritten Ventrikels; darin bei a. sog. Commissur des centralen Höhlengraus (Meynert'sche Commissur); bei c.f, Querschnitt der Columna fornicis. b—e, Substantia innominata und zwar b, Linsenkernschlinge, c, graue Substanz, d und e unterer Stiel des Thalamus, e in e^1 in das Stratum zonale thalami übergehend.

von welchen die untere (e) ihre Fasern über die mediale Fläche des Thalamus bis aufwärts zum Stratum zonale sendet, während die obere in der Substanz des Thalamus pinselförmig auseinanderfährt. Die Fasern stammen aus dem Stammtheil der Grosshirn-Hemisphäre und zwar aus der Inselrinde derselben. Die centrale graue Substanz enthält ferner den unteren Theil des Vicq d'Azyr'schen Bündel (Fig. 260 f, Fig. 261 f), aber auch die aufsteigende Wurzel des alsbald zu betrachtenden Fornix (Fig. 262 cf). Vor dem Gebiet der Commissura mollis nämlich ist die centrale graue Substanz, besonders ventralwärts, nahe dem Sulcus Monroi, beträchtlich verdickt, schärft sich aber dorsalwärts keilförmig zu. Das verdickte ventrale Gebiet ist es nun gerade, in welcher der untere Theil des Vicq d'Azyr'schen Bündels sowie die aufsteigende Wurzel des Fornix ihre Lage haben. Aus dem hinter der Commissura mollis gelegenen Gebiet der centralen grauen Substanz des dritten Ventrikels verdient ein Ganglion besonders erwähnt zu werden, das Ganglion habenulae [Meynert]. Es stellt eine keulenförmige Ansammlung kleiner multipolarer Ganglienzellen dar, aus welcher ein Bündel markhaltiger Fasern herabläuft (Meynert'sches Bündel), welches diesen Theil der centralen grauen Substanz gut vom eigentlichen Thalamus abgrenzt. Die Schicksale jenes Bündels sind zweifelhaft.

2) Corpora geniculata. Der Sehhügel setzt sich an seiner unteren, zum Corpus geniculatum laterale (Fig. 256) anschwellenden Spitze in die

laterale Wurzel des Tractus opticus fort, der durch eine intermediäre Wurzel mit dem vorderen Vierhügel, durch eine mediale mit dem Corpus geniculatum mediale in Verbindung steht. Das Corpus geniculatum mediale liegt als eine wohlbegrenzte längliche Hervorragung an der ventralen Seite des Pulvinar, von ihm geschieden durch das Brachium conjunctivum anticum (Fig. 253; 256 cgm). Seine Länge beträgt 8, seine Breite 4 mm. Seine Längsaxe liegt quer, die Breitenaxe bei normaler Haltung vertikal, so dass die freie gewölbte Fläche nach hinten gerichtet ist. Dorsal vom Brachium conjunctivum anticum und Pulvinar begrenzt, berührt es mit seinem ventralen Rand das laterale Ende des Brachium conjunctivum posticum, welches sich unter ihm verbirgt, in grösserer Ausdehnung aber die dorsale Fläche des Hirnschenkelfusses. Seine mediale Spitze schiebt sich zwischen beiden Brachia conjunctiva gegen den lateralen Abhang des vorderen Vierhügels hin. Die laterale Spitze nimmt die mediale Wurzel des Tractus opticus auf. Das Corpus geniculatum mediale wird gewöhnlich als ein Bestandtheil des Mittelhirns, und zwar als zur lateralen Abtheilung des Mittelhirns gehöriger Körper betrachtet. Die Entwicklungsgeschichte zeigt indessen, dass dieser Körper als eine dem Zwischenhirn, und zwar dem Sehhügel zugehörige Abtheilung desselben zu betrachten ist, die von letzterem äusserlich durch das Brachium conjunctivum anticum abgeschnürt wird. Auf der vorderen Fläche und dorsalwärts hängt die graue Substanz des Corpus geniculatum mediale dagegen innig mit der grauen Substanz des Thalamus zusammen. Der hintere Rand des Sehhügels erscheint hier durch eine transversale Furche gleichsam in zwei Falten gelegt: die obere Falte bildet das Pulvinar und den lateralen Kniehöcker, die untere den medialen Kniehöcker. Der Tractus opticus nimmt an dieser Faltung Theil und erscheint daher zweiwurzelig.

Beide Corpora geniculata, das mediale und laterale, sind ferner durch eine Markschleife mit einander verbunden, die ich als Ansa intergenicularis bezeichnen will (Fig. 263 a). Dieselbe stellt einen gebogene, mit ihrer Convexität vorwärts gerichtete Platte dar, welche das Vorderende des Corpus geniculatum laterale umsäumt, über den Tractus opticus hinwegschreitet und zur lateralen Spitze des Corpus geniculatum mediale zieht. Sie ist beim Neugebornen deutlicher als beim Erwachsenen und besitzt eine Breite von nahezu 2 mm. Das laterale Ende der Ansa zieht sich an der lateralen Fläche des Corpus geniculatum laterale mehr oder weniger hoch hinauf.

Fig. 263.

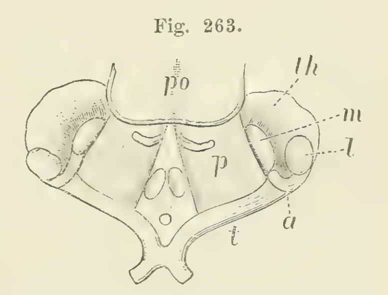


Fig. 263. Basis des Zwischen- und Mittelhirns eines neugebornen Menschen.

po, Pons mit dem Sulcus basilaris s. interpyramidalis; p, Hirnschenkel; zwischen beiden Hirnschenkeln sind die länglichen Corpora mamillaria und das durchschnittene Infundibulum sichtbar. A, Tractus opticus. th, Thalamus opticus; m, Corpus geniculatum mediale, l, corpus geniculatum laterale; a, Ansa intergenicularis.

Der Tractus opticus (Fig. 256 To, 219 II′) ist ursprünglich hohl und gehört sammt der Retina dem Zwischenhirn an. Von letzteren wird bei den Sinnesorganen die Rede sein. Vom Tractus opticus ist dagegen zu erwähnen, dass er die ventrale Fläche des Hirnschenkelfusses an der lateralen Grenze seines unbedeckten Theiles überschreitet und mit demselben verwachsen ist. Jen-

seits des Hirnschenkels nähern sich die Tractus optici beider Seiten immer mehr und treten endlich zur Bildung des Chiasma opticum zusammen, aus welchem die Nervi optici divergirend hervorgehen. Wie vorher mit den Hirnschenkeln, so ist der Tractus opticus und das Chiasma jenseits der Hirnschenkel mit der grauen Bodencommissur verwachsen (Fig. 219; 226).

Der Tractus opticus (Fig. 253) entspringt, wie bereits erwähnt worden ist, mit mehreren Wurzeln. Die laterale steht zunächst mit dem Corpus geniculatum laterale in Zusammenhang, die mediale mit dem Corpus geniculatum mediale. Zwischen letzteren und dem Pulvinar sendet der Tractus ferner eine intermediäre Wurzel aus, die als Brachium conjunctivum anticum zum vorderen Vierhügel zieht. Nach Gudden besteht der Tractus opticus aus zwei wesentlich verschiedenen Bestandtheilen, 1) den überwiegenden Sehnervenfasern und 2) der Commissura inferior. Letztere wird am besten zur Ansicht gebracht an Präparaten, die nach Exstirpation einer oder beider Retinae gewonnen worden sind. Die Gudden'sche Commissur erscheint dabei erhalten, während die Tractus degenerirten. Sie liegt am hinteren Rand des Chiasma und am Innenrand des Tractus (Fig. 264). Der Ursprung der Commissur scheint im Corpus geniculatum mediale zu liegen. Die Sehnervenfasern dagegen haben nach dem Angegebenen 1) eine Vierhügelwurzel und 2) eine Thalamuswurzel. Erstere gehört den vorderen Vierhügeln, letztere besonders dem Pulvinar thalami und Corpus geniculatum laterale an. Man nennt diese Verbindungen des Tractus opticus die primären Centren des Nervus opticus. Die primären Centren aber stehen ihrerseits mit einem secundären Centrum, und zwar mit der Rinde der Occipitallappen des Grosshirns in Verbindung, wie insbesondere die Versuche von Munk dargethan haben, welcher an lebenden Thieren bestimmte Bezirke der Hirnrinde zerstörte und den Erfolg untersuchte. Innerhalb des Chiasma findet eine Kreuzung der Sehnervenfasern beider Nervi optici statt, doch ist diese wahrscheinlich nur eine partielle, während ein Theil der Fasern ungekreuzt auf der gleichen Seite im Tractus zu den primären Centren gelangt. Die ungekreuzten Fasern kreuzen sich aber anscheinend innerhalb der primären Centren selbst, so dass hieraus schliesslich eine totale Kreuzung der Sehnervenfasern sich ergeben würde. Eine sichere Entscheidung in dieser schwierig zu erledigenden Frage steht indessen noch aus.

Fig. 264.

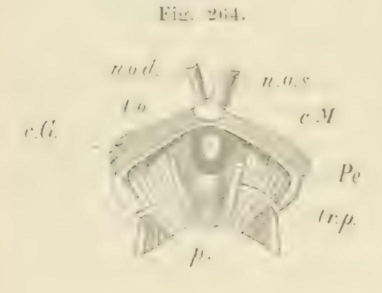


Fig. 264. Basis des Zwischen- und Mittelhirns vom Kaninchen nach Entfernung des einen (rechten) Augapfels. Nach Gudden. $^{2}/_{1}$.

n.o.d., der atrophische rechte Sehnerv. n.o.s., der linke Sehnerv. t.o, Tractus opticus mit c.G. (weiss), Gudden'scher Commissura inferior. c.M., Meynert'sche Commissur, sich in den Pedunculus, Pe, einsenkend. tr.p., Tractus peduncularis transversus. p, Brücke.

Ueber neue Untersuchungen der Vierhügelwurzel des Tratus opticus s. Abschnitt „Mittelhirn" S. 409.

3) Die Zirbel (Zirbeldrüse) und hintere Commissur. Die Zirbel, Glandula pinealis, Conarium, Epiphysis (Fig. 226), ein unpaarer Körper von der Form eines Pinienzapfens, liegt am hinteren Ende der Sehhügelgegend und ragt über

dieselbe nach hinten hinaus, indem sie sich mehr weniger weit über die Vierhügelplatte nach hinten erstreckt. Ihre Länge erreicht bis 12, ihre Breite 8, ihre Dicke 4 mm. Sie ist demnach von oben nach unten abgeplattet. Ihre Spitze ist nach hinten, ihre Basis nach vorn gerichtet. Das Verständniss der Zirbel wird sehr erleichtert durch die Erfahrung, dass sie aus einer kleinen dorsalen Falte der ursprünglichen Gehirnwand hervorgegangen ist, deren Wände sich verdickt und aneinander gelegt haben. Häufig enthält sie darum noch in ihrem Innern einen Rest des dritten Ventrikels (Ventriculus conarii, Hyrtl); beständig zeigt sie noch eine Ausbuchtung desselben gegen ihre verjüngte Basis, den Recessus pinealis, der von der oberen und unteren Lamelle der Zirbel eingeschlossen wird. Die obere Lamelle (Lamina pedunculorum) zeigt nach Entfernung der Tela chorioidea einen freien Saum, in welchem man meist gelbe sandartige Körnchen findet, die als Hirnsand (Acervulus) bezeichnet werden; solchen enthält oft auch der Zirbelkörper selbst und die Tela chorioidea. Die Körnchen bestehen aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk und einer organischen Grundlage. Die Lamina pedunculorum entsendet nach rechts und links zu jedem Thalamus einen Stiel (Zirbelstiel, Pedunculus conarii), der in die Stria medullaris des Thalamus sich fortsetzt. Die untere Lamelle (Lamina conarii) dagegen geht ununterbrochen in die hintere Commissur (Commissura posterior über (Fig. 226, p). Letztere ist ein auf dem Querschnitt halbmondförmig gestaltetes Bündel querverlaufender Nervenfasern, von eigenthümlichem Verlauf. Der convexe Rand des Querschnittes ragt nach vorn. Dorsalwärts wird sie vom Eingang in den Recessus pinealis, ventralwärts vom Eingang in den Aquäduct begrenzt. Die Tela choriodea superior inserirt sich nicht am freien Rand der Lamina pedunculorum, sondern auf der oberen Fläche der Zirbel [Key und Retzius]. So kommt eine zweite nach hinten gerichtete Ausbuchtung des dritten Ventrikels zu Stande, der Recessus suprapinealis [Reichert]; seine obere Fläche wird von der Tela und ihrem Epithel, seine untere von der dorsalen Zirbelfläche gebildet.

Ueber den Verlauf der hinteren Commissur liegen neue im Laboratorium von Flechsig ausgeführte Untersuchungen vor. v. Darkschewitz fand mit Hülfe der Weigert'schen Hämatoxylin-Methode an dem Gehirn älterer menschlicher Föten, dass dieselbe aus verschiedenen Fasersystemen besteht. Eine ventrale Faserabtheilung, welche frühzeitiger in den markhaltigen Zustand übergeht, senkt sich, dem Aussenrand des centralen Höhlengrau dicht angeschmiegt, mit nach vorn gerichteter Convexität zur Gegend der hinteren Längsbündel herab und verliert sich theils zwischen den Fasern der letzteren, theils in einem Herd kleiner Ganglienzellen, welcher sich dem Oculomotoriuskern (s. S. 402) nach oben dicht anschmiegt und vielleicht einen oberen Oculomotoriuskern darstellt. Da der letztere vielfache Verbindungen zeigt mit dem grosszelligen (unteren) Oculomotoriuskern und den hinteren Längsbündeln, da ferner in die hinteren Längsbündel zahlreiche Oculomotoriusfasern direkt übergehen, so bringt v. Darkschewitz den ventralen Theil der hinteren Commissur in nahe Beziehung zu den motorischen Augennerven, besonders zum Nervus oculomotorius, worauf auch die frühzeitige Markscheidenbildung (welche von allen Faserzügen an der Grenze von Mittel- und Vorderhirn zuerst auftritt) hindeutet.

Ueber den genaueren Verlauf der dorsalen Bündel der hinteren Commissur, deren Fasern sich erst später mit Markscheiden umhüllen, sind weitere Erfahrungen abzuwarten.

In der Zirbel vermuthete man schon den Sitz der Seele (Descartes). In neuerer Zeit dagegen tauchte fast gleichzeitig von zwei Seiten her in unabhängiger Weise der Gedanke auf, ob man nicht in der Zirbel den Rest eines in der Entwicklungsreihe der Organismen früher functionsfähig gewesenen unpaaren Stirnauges zu erkennen habe. Dass die Zirbel und die Hypophysis zwei in physiologischer Hinsicht unbedeutende Organe darstellen, darüber ist man gegenwärtig einig. Mit Rücksicht auf die Hypophysis hat Dohrn die Hypothese ausgesprochen, dass bei den Vorfahren der Wirbelthiere der Darm mit dem Gehirn, die Darmhöhle mit der Höhle des Zwischenhirns zusammengehangen habe. Auf der entgegengesetzten Seite liegt die Zirbelausstülpung, die bei den niederen Wirbelthieren bis zur Kopfhaut sich erstrecken kann. Denkt man sich die Zirbel mit einer dorsalen Ausmündung versehen, mit einer ventralen das Infundibulum, so ist ein das Gehirn durchsetzender, den Darm dorsalwärts münden lassender Kanal vorhanden, welcher in phylogenetischer Hinsicht Verwerthung gefunden hat (s. Dohrn, der Ursprung der Wirbelthiere).

b) Das Hauben-Trichtergebiet.

1) Die Haube des Zwischenhirns (Regio subthalamica). Die Haube des Zwischenhirns bildet die unmittelbare Fortsetzung der Haube des Mittelhirns, wie schon bei Beschreibung des letzteren erwähnt worden ist. An Stelle der Vierhügelplatte ist sie im Zwischenhirn bedeckt vom Sehhügel, mit dessen ventraler Fläche ihre eigene dorsale in Berührung tritt. Sie erstreckt sich bis in das vordere Gebiet des Sehhügels hinein, erfährt aber unterdessen eine allmähliche Volumabnahme. Im hinteren Abschnitt des Sehhügelgebietes, von der hinteren Commissur an bis zur Gegend der Corpora mamillaria, bildet sie dabei den Boden des dritten Ventrikels. Die Hauben beider Seiten hängen hiernach im Sehhügelgebiet nur mehr durch die graue Bodencommissur mit einander zusammen; sie sind etwas zur Seite gewichen und ihre medialen, stark geneigten Flächen sind ventralwärts vom Sulcus Monroi (Fig. 226) vom Ventrikelepithel überzogen. In der Mittellinie werden beide nunmehr durch eine Furche von einander getrennt, welche die Fortsetzung der schon im Aquäduct vorhandenen Längsfurche seines Bodens ist. Dorsalwärts vom Sulcus Monroi folgt die Ueberlagerung durch den Sehhügel; die bisher frei in den Ventrikel blickende Wand der Haube des Zwischenhirns verbirgt sich jetzt unter dem Sehhügel.

Es ist zweckmässiger, zum Haubentheil des Zwischenhirns die graue Bodencommissur (Regio interpeduncularis) hinzuzurechnen, statt beide Gebilde von einander zu trennen. Denn die graue Bodencommissur entspricht der als Raphe bezeichneten Verbindung beider Haubentractus in den weiter rückwärts gelegenen Hirnabtheilungen. Sie ist eine breit ausgezogene Raphe, und die Wand besteht aus einer Fortsetzung des centralen Graues, das um den Aquaeductus Sylvii gelegen ist. Die graue Bodencommissur und die Regio subthalamica bilden bei dieser Betrachtungsweise zusammen die Haube des Zwischenhirns; nicht die Hauben als Ganzes weichen alsdann auseinander, sondern nur die Regiones

subthalamicae und sie fassen die graue Bodencommissur zwischen sich. Eine genauere Erwägung der an einem Medianschnitt (Fig. 226) und an einem Frontalschnitt (Fig. 257 u. 260) vorliegenden Verhältnisse zeigt dies sofort. Man erkennt in Fig. 257 u. 260 deutlich die Rinne, die dem Sulcus Monroi entspricht (links und rechts von VIII). Die Verbindungsbrücke beider Hauben ist hier noch mächtig, wird in weiter vorn gelegener Gegend aber stark verdünnt, so im Gebiet des Tuber cinereum und der Corpora mamillaria, wie ein Blick auf den Medianschnitt zeigt.

Was nun die Regio subthalamica oder Zwischenhirn-Haube im engeren Sinne betrifft, so grenzt sie, wie schon erwähnt, dorsalwärts an den Thalamus, lateralwärts an die Capsula interna, medianwärts an den ventralen Theil des Ventriculus tertius und an das denselben umgebende centrale Höhlengrau, ventralwärts an die Substantia nigra und den Hirnschenkelfuss (Fig. 257 u. 260). Man unterscheidet an ihr nach Forel drei Schichten: 1) das Corpus subthalamicum oder den Luys'schen Körper, 2) die Zona incerta und 3) die dorsale Schicht.

Das Corpus subthalamicum (Fig. 260 a) stellt einen biconvexen linsenförmigen hellbräunlichen Körper dar, welcher 7—8 mm lang, 10—13 mm breit und 3 — 4 mm dick ist, sich bis in die Gegend des Corpus mamillare nach vorn erstreckt und vorwärts vom rothen Kern der Haube des Mittelhirns gelegen ist. Das Corpus subthalamicum enthält viele gelb pigmentirte Ganglienzellen, feine markhaltige Fasern, zahlreiche Capillaren. Die dorsale und ventrale Fläche ist von einer dünnen Markkapsel überzogen, die aus Fasergewirren besteht und ventralwärts mit derjenigen der andern Seite zusammentrifft. Nur an der lateralen und medialen Kante ist die Kapsel geöffnet. Die laterale Oeffnung befindet sich an der ventralen Markkapsel und hier treten zahlreiche kleine Faserbündel aus dem Corpus subthalamicum senkrecht in den Hirnschenkel ein, als wollten sie zum medialen Ende des Linsenkerns gelangen. Aus der Oeffnung an der medialen Kante treten Züge paralleler Fasern gegen die Mittellinie in das Gebiet der Lamina perforata posterior.

Die Zona incerta [Forel] (Fig. 260, b) schliesst sich unmittelbar an die Formatio reticularis der Haube des Mittelhirns an und bildet deren Fortsetzung. Sie besteht aus feinen Längsfaserzügen, die durch graue Substanz mit spärlichen Nervenzellen zerklüftet werden.

Die dorsale Schicht (Fig. 260, c) grenzt an die ventrale Fläche des Thalamus und geht lateralwärts in dessen Lamina medullaris externa über. Forel betrachtet diese dorsale Schicht als eine Fortsetzung der Markkapsel des rothen Kerns; Meynert dagegen hält sie für eine Fortsetzung des hinteren Längsbündels des Mittelhirns.

2) Corpora mamillaria. Die Corpora mamillaria s. candicantia, Globuli medullares, Bulbi fornicis (Fig. 219, a; Fig. 249, m) sind halbkugelige weisse Erhebungen von 5 — 6 mm Durchmesser, die durch eine mediane Spalte von einander getrennt werden. Sie bilden die vordere Begrenzung des Trigonum interpedunculare, stehen zu dem Gewölbe des Grosshirns in inniger Beziehung und schliessen graue Substanz in sich ein (Nucleus corporis mamillaris).

3) Tuber cinereum, Infundibulum und Hypophysis. Das Tuber cinereum, der graue Höcker (Fig. 210, tc) liegt vor den Corpora mamillaria,

hinter dem Chiasma opticum und wird lateralwärts von den medialen Rändern der Hirnschenkel und Tractus optici begrenzt. Es ist ein dünnes graues Blatt, welches den vorderen Theil des Bodens des dritten Ventrikels bilden hilft (Fig. 226, tc).

Das Tuber cinereum setzt sich in einen nach unten und vorn gerichteten, trichterförmigen, von vorn nach hinten abgeplatteten hohlen Zapfen, Trichter, Infundibulum, fort (Fig. 226, i), an welchem die Hypophysis hängt, wie eine Beere am Stiele. Die Höhlung des Trichters hat den Namen Recessus infundibuli. Von hier aus gelingt es leicht, durch Injection des dritten Ventrikels und überhaupt des gesammten Ventrikelsystems mit geeigneten Massen, einen Ausguss des letzteren herzustellen, der uns die Form und den Zusammenhang der Ventrikel im körperlichen Bilde zeigt. Das untere, etwas verdickte, nicht hohle Ende des Infundibulum senkt sich in die Hypophysis ein, und zwar in den hinteren Lappen derselben.

Die Hypophysis cerebri. Glandula pituitaria, der Hirnanhang (Fig. 226, Fig. 219, h) ist ein länglich runder, an seiner oberen Fläche abgeplatteter, mit seiner Längsaxe quer gestellter Körper, der in der Sella turcica s. Fossa hypophyseos ruht und von einem eigenen durchbohrten Fortsatz der Dura, dem Operculum sellae, gedeckt wird. Ihre Farbe ist grauröthlich und ihre Festigkeit ansehnlich. Sie besteht aus einem vorderen grösseren, hinten concaven, und einem kleineren rundlichen Lappen, welche verschiedene Abkunft besitzen, nunmehr aber genau miteinander verschmolzen sind. Der vordere weit grössere Lappen ist äusserlich grauroth, innen grau; der hintere Lappen ist weicher und von hellgrauer Farbe und nur in ihn setzt sich die Wand des Infundibulum fort. Ersterer, der vordere, bildet die eigentliche Hypophyse, ein aus zahlreichen epithelialen Schläuchen bestehendes Gebilde, das ursprünglich durch einen Ausführungsgang in das Rachengewölbe ausmündete, in der Folge aber seinen Ausführungsgang durch Schwund verlor. Der hintere Lappen besteht beim Erwachsenen aus runden und spindelförmigen, zum Theil auch verästelten Zellen, welche in reichlichem fibrillären Bindegewebe eingebettet sind, das von Blutgefässen durchzogen ist. Das ganze Organ wird bei niederen Wirbelthieren in relativ grösserer Ausbildung gefunden.

Die vordere Lamelle des Tuber cinereum wird durch das Chiasma opticum, und zwar durch den hinteren Rand und die dorsale Fläche desselben, gegen den Ventrikelraum eingebuchtet (Fig. 226, II') Vor dem Chiasma erhebt sich die Fortsetzung dieses grauen Blattes als Lamina cinerea terminalis, die schon dem Grosshirn angehört, in steiler Richtung, um vor der Commissura anterior des Grosshirns in andere Wandtheile des letzteren, aber auch unmittelbar in das Dach des Zwischenhirns überzugehen, wie die Entwicklungsgeschichte ergibt. Die zwischen der dorsalen Fläche des Chiasma und der Lamina cinerea terminalis befindliche Ausbuchtung des dritten Ventrikels hat den Namen Recessus chiasmatis erhalten.

Der gesammte Boden des Zwischenhirns, der sich in sagittaler Richtung von den Corpora mamillaria bis zur Lamina cinerea terminalis erstreckt und eine Längsausdehnung von 10—12 mm besitzt, wurde sammt der Substantia perforata posterior von Henle nicht unzweckmässig als graue Bodencommissur bezeichnet.

c) **Der dritte Ventrikel und seine Deckplatte** (Fig. 226; Fig. 255; Fig. 265).

Der dritte Ventrikel, Ventriculus tertius cerebri, ist ein schmaler, nach hinten etwas breiterer, von hinten nach vorn sich vertiefender Raum, der sich zwischen den Wänden des Zwischenhirns befindet und vorn durch Theile des Grosshirns abgeschlossen wird (Commissura anterior, Columnae fornicis, Lamina cinerea terminalis). Nach hinten geht er durch den Aditus ad Aquaeductum Sylvii in den Aquäduct über; vorn und seitlich setzt er sich durch das Foramen Monroi, einer ovalen Oeffnung zwischen der Columna fornicis und dem Sehhügel, jederseits in den Seitenventrikel des Grosshirns fort. Besondere Ausbuchtungen des dritten Ventrikels sind: der Recessus chiasmatis, Rec. infundibuli, Rec. conarii s. pinealis, und Rec. suprapinealis. Der hintere Theil des Ventrikelbodens zeigt eine mediane Längsfurche, die Fortsetzung des Sulcus longitudinalis des Aquäductes. Die Seitenwände des Ventrikels zeigen die vom Foramen Monroi zum Aquäduct hinziehende Furche, den Sulcus Monroi.

Die Seitenwände des Ventrikels werden von den medialen Wänden der Sehhügel, die vordere Wand durch die Lamina cinerea terminalis, die hintere durch die hintere Commissur und Zirbelbasis, die untere in der hinteren Hälfte von der Hirnschenkelhaube, in der vorderen durch die graue Bodencommissur mit ihren verschiedenen Bestandtheilen (Lamina perforata posterior, Corpora mamillaria, Tuber cinereum mit Infundibulum und Hypophysis, Chiasma opticum) gebildet. Quer durch den mittleren Bereich der Höhle zieht die Commissura mollis. Ihre obere Wand, die Deckplatte des dritten Ventrikels besteht aus dem Ventrikelepithel und der mit ihm verbundenen Tela chorioidea superior. Das Epithel geht jederseits von der Stelle aus, an welcher die Stria medullaris des Sehhügels dessen mediale Fläche von der dorsalen scheidet; es geht nicht auf die dorsale Sehhügelfläche über, sondern auf die Unterfläche der Tela chorioidea des dritten Ventrikels. Nichtsdestoweniger ist der laterale Theil der dorsalen Sehhügelfläche von Ventrikelepithel bekleidet, dieses jedoch gehört dem Seitenventrikel des Grosshirns an. Die Tela chorioidea des dritten Ventrikels entwickelt zwei kleine, neben der Medianebene liegende, die Länge des Ventrikeldaches durchziehende Plexus chorioidei, die als besondere Bestandtheile der Tela natürlich gleichfalls vom Epithel bekleidet sind. Die Seitenränder des Ventrikeldaches zeigen ähnliche verdickte weisse Streifen, Taeniae, wie sie uns bei der Taenia ventriculi quarti entgegentraten, und haben die gleiche Bedeutung. Bei Wegnahme der Tela chorioidea bleiben darum die zerrissenen Ränder der Taenia thalami optici an den Striae medullares sitzen. Jenseits der Tela chorioidea und ihrer Plexus ist die Ventrikeldecke vom Gewölbe und Balken des Grosshirns gebildet.

V. Das Grosshirn.

Das Grosshirn, die vorderste und mächtigste unter den verschiedenen Abtheilungen des Gehirns, besteht aus den beiden symmetrisch gelegenen Halbkugeln (Hemisphären), und den sie mit einander verbindenden Nervenfasermassen: dem Balken und der vorderen Commissur. Hiezu kommt noch die schon bei der Beschreibung des Zwischenhirns und dritten Ventrikels betrachtete Lamina cinerea terminalis (graue End- oder Schlussplatte), als

ursprüngliche Verbindung beider Hemisphären, während die beiden genannten queren Commissuren, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt, erst nachträglich entstanden sind, wie alle Nervenfasern.

Das Grosshirn steht, von Leitungsbahnen abgesehen, mit keiner andern Hirnabtheilung in Verbindung, als mit dem Zwischenhirn, obwohl es alle übrigen Hirnabtheilungen unmittelbar oder mittelbar bedeckt. Sein Wachsthum während der gesammten Entwicklungzeit ist ein so bedeutendes, dass am fertig ausgebildeten Gehirn nicht nur der Occipitalpol von dem vorderen Ende des Zwischenhirns 12 Centimeter entfernt ist, sondern dass der Stirnpol der Hemisphäre über denselben Punkt noch um weitere 6 Centimeter hinausragt.

Mit dem Zwischenhirn verbindet sich das Grosshirn nur an der vorderen und lateralen Fläche des ersteren, an der lateralen in grösserer Ausdehnung, wie es der ansehnlichen lateralen Fläche des Zwischenhirns entspricht. Eine Linie, welche an einem Medianschnitt des Gehirns (Fig. 265) vom Foramen

Fig. 265.



Fig. 265. Medianschnitt durch das gesammte Gehirn. $^1/_2$.

F, Stirnlappen. P, Scheitellappen. O, Hinterhauptslappen. T, Schläfenlappen. C, C, Kleinhirn. r, oberes Ende des Sulcus centralis Rolandi. f. sulcus callosomarginalis. p'. fissura occipitalis. h. fissura calcarina. s. fossa Sylvii. g. g. gyrus fornicatus. I. bulbus olfactorius. II. N. opticus. III. N. oculomotorius th, Thalamus opticus. cc. Balken. fo, Fornix. f.M. foramen Monroi.

Monroi, hinter der vorderen Commissur hinweg, auf die in den dritten Ventrikel vorspringende dorsale Kante des Chiasma opticum gezogen wird (in vorliegendem Falle eine senkrechte, sonst mit dem unteren Ende vorwärts geneigte Linie), gibt die Grenze an, in welcher vordere Zwischenhirnfläche und hintere Grosshirnfläche zusammenstossen.

Betrachten wir die Lage des Grosshirns im Schädel, so ist zu bemerken, dass beide Hemisphären mit ihrer Basis die vordere und mittlere Schädelgrube, sowie das Dach der hinteren Schädelgrube bedecken und mit ihrer Masse den bis zum Schädelgewölbe reichenden Raum fast ausschliesslich einnehmen. In den unterhalb des Sulcus transversus des Hinterhauptbeins gelegenen Fossae oc-

cipitales inferiores s. cerebelli ruhen die unteren Flächen der Hemisphären des Kleinhirns in den Fossae occipitales superiores s. cerebri dagegen die dorsolateralen Flächen der Hinterlappen des Grosshirns. Zwischen den einzelnen Schädelnähten und der gegenüberliegenden Gehirnoberfläche sind bestimmte Beziehungen vorhanden, auf welche indessen erst nach geschehener Kenntnissnahme der Furchen und Windungen eingegangen werden kann.

Vom Gewicht der Hemisphären wurde bereits früher gesprochen (S. 351).

Beide Hemisphären sind durch eine tiefgreifende, bis auf den Balken reichende, und jenseits des Balkens sich bis auf das Gewölbe erstreckende vertikale Spalte von einander geschieden. Die bis zum Balken dringende Spalte hat den Namen Mantelspalte (Incissura pallii) erhalten. Jener andere, tiefer gelegene, zwischen den beiden Blättern des Septum pellucidum (zwischen cc und fo Fig. 265) befindliche Spaltentheil heisst zwar Ventriculus septi pellucidi, hat aber mit dem ächten Ventrikelsystem nichts zu thun. Die zwischen dem Gross- und Kleinhirn eindringende horizontale Spalte ist Fissura cerebri transversa anterior, vordere Hirnspalte, vordere Manteltasche (s. S. 345) genannt.

An jeder Hemisphäre unterscheidet man eine in sagittaler und transversaler Richtung convexe dorso-laterale; eine durch die Fossa Sylvii in zwei hintereinander gelegene, ungleich grosse Abschnitte zerfallende, horizontale und in jeder Abtheilung schwach ausgehöhlte basale, und eine vertikal stehende, ebene mediale Fläche oder Wand. Die mehr oder weniger scharfen oder abgerundeten Uebergangsränder der einen in die andere Fläche heissen die Kanten der Hemisphäre. Die dorsale Kante, in welcher die dorsale convexe und mediale ebene Fläche zusammenstossen, wird insbesondere Mantelkante genannt. So kann auch noch ihre mediale Fortsetzung auf die Basis des Grosshirns bezeichnet werden. Der Uebergangsrand zwischen lateraler und basaler Fläche, minder scharf als der vorige, heisst Temporo-Orbitalkante oder Lateralkante. Es ist klar, dass die Gestalt der Flächen und Kanten nur an solchen Gehirnen hinreichend erkannt wird, die innerhalb des Schädels (durch Chromsäure-Injection u. s. w.) genügend erhärtet worden sind, bevor man sie aus der Schädelhöhle nahm. Herausgenommen verliert das Gehirn seine normale Gestalt in höherem oder geringerem Grade.

Jede einzelne Hemisphärenfläche ist nun wiederum für sich auf ihre Besonderheiten zu untersuchen. Die dorsale und laterale Fläche fallen auf durch ihren ausserordentlichen Reichthum an Furchen und Windungen. Andere Merkmale treten an diesen beiden Flächen nicht hervor (Fig. 266). Auch die basale (ventrale) und mediale Hemisphärenfläche ist fast ausschliesslich von Furchen und Windungen bedeckt. An der basalen bemerken wir ausserdem zwei Besonderheiten, den Tractus mit dem Bulbus olfactorius, die zusammen einen langgestreckten Grosshirnlappen darstellen, ausserdem die Lamina perforata anterior (s. lateralis), (Fig. 242 u. 267). Von der Substantia perforata anterior gelangen wir durch Auseinanderdrängen der begrenzenden Hirntheile lateralwärts zu einem in der Tiefe versteckten, von Windungen bedeckten Hügel, zur Insel. Mehr Einzelheiten bietet die mediale Hemisphärenwand (Fig. 268), obwohl auch sie zum grössten Theil von Furchen und Windungen eingenommen ist. Ausser der zugehörigen Schnittfläche des Balkens (cc) und der vorderen Commissur (ca) sehen wir eine vom Balkenknie umschlossene Platte (s), das schon erwähnte Septum

Fig. 266.



Fig. 266. **Dorsale Fläche des Gehirns von Prof. G. F. Gauss in Göttingen, nach R. Wagner.** 1/2.

a, a, a, gyrus frontalis superior. a', a', a', gyrus frontalis medius. a'', a'', gyrus frontalis inferior. r, r, sulcus centralis. A, A, gyrus centralis anterior. B, B, gyrus centralis posterior. b, gyrus parietalis superior. b', gyrus angularis. b'', gyrus supramarginalis. c, gyrus temporalis superior. d, gyrus occipitalis primus. d', gyrus occipitalis secundus. d'', gyrus occipitalis tertius. p, fissura occipitalis. l, l, fissura pallii. Zwischen a' und r, sulcus praecentralis; zwischen B, B und b, b'', sulcus parietalis.

pellucidum. Mit dem hinteren Rand stösst letzteres auf einen gebogenen längsgefaserten Streifen (f), das Gewölbe (Fornix) des Grosshirns. An die hintere Convexität des Gewölbes (Fimbria) stösst ein zum Balkenwulst einerseits, zum Haken (u) andererseits sich erstreckender gekerbter Streifen, die Fascia dentata an.

An der medialen Hemisphärenfläche der Fig. 268 ist, vom Gewölbe umfasst, ein Spalt gezeichnet, Fissura chorioidea (fch), dessen Bedeutung uns erst später klar werden wird. Hier ist zunächst zu bemerken, dass das von dem Bogen der Fissura chorioidea umgebene weisse Feld, welches links unten frei ausmündet, für jetzt, da wir darauf ausgehen, die vollständige Ansicht einer medialen Fläche des von dem Zwischenhirn befreiten Grosshirns kennen zu lernen, weder als Zwischenhirn, noch als Lücke gedeutet werden darf. Das fragliche Feld ist für den Augenblick vielmehr als eine tiefe Grube, Zwischenhirngrube des Grosshirns, Fossa thalamica s. thalamencephalica, zu deuten, in welche die convexe laterale Wand des Zwischenhirns, wie ein Gelenkkopf in die Pfanne, hineinragt, um sich mit der gegenüberliegenden Grosshirnwand zu verbinden. Der Grund der Grube ist allerdings wiederum weiss, er ist gegeben durch die Capsula interna und die ihrer Aussenfläche anliegenden übrigen Bestandtheile der Grosshirnwand. Um den Punkt, worauf es ankommt, noch deutlicher hervortreten zu lassen, ist es zweckmässig, in Gedanken vom Temporalpol oder vom Haken (U) aus eine Verbindungslinie zur gegenüberliegenden hinteren Spitze des Stirnlappens zu ziehen. Wir erkennen dann sofort, die laterale Wand

Fig. 267.

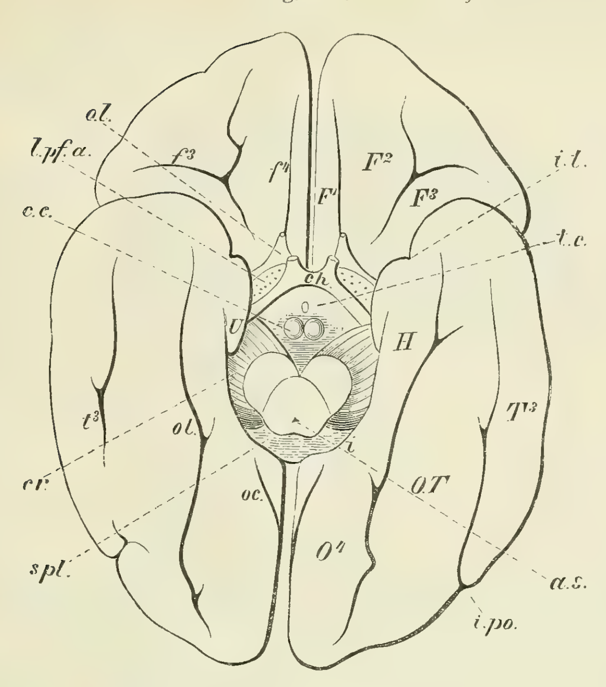


Fig. 267. Ventrale Fläche des Grosshirns und Zwischenhirns. 1/2.
Die übrigen Hirntheile sind durch einen Schnitt entfernt, der die Corpora quadrigemina getroffen hat. a.s., aquaeductus Sylvii. spl., splenium corporis callosi. cr., Grosshirnschenkel. c.c., corpora candicantia s. mamillaria. ch, Chiasma. t.c., tuber cinereum. l.pf.a., lamina perforata anterior. o.l., tuber olfactorium. f 3, sulcus orbitalis. f 4, sulcus olfactorius. F 1, erste, F 2, zweite, F 3, dritte Stirnwindung. i.t., incisura temporalis. t 3, sulcus temporalis inferior. ot., sulcus occipito-temporalis. oc., fissura occipitalis T 3, untere Schläfenwindung. O T, gyrus occipito-temporalis. O 4, gyrus lingualis. H, gyrus hippocampi. U, uncus. i.po., incisura praeoccipitalis.

der Hemisphäre sei im Bereich des weissen Feldes nicht durchlocht, sondern geschlossen, in der medialen Wand aber sei eine Grube vorhanden zur Aufnahme des Zwischenhirns.

Mit der Aufzählung der an verschiedenen äusseren Flächen wahrnehmbaren Besonderheiten ist indessen nur ein Theil des Materiales erwähnt, dessen Betrachtung uns obliegt. Der enge Zugang, der aus dem dritten Ventrikel in das Innere der Hemisphären führt, das Foramen Monroi, Aditus ad ventriculus lateralem, erweitert sich sofort zu einer ansehnlichen Höhle, welche in Längsrichtung und bogenförmig jede Hemisphäre durchzieht und Ventriculus lateralis genannt wird. Die Wände dieser beiden Ventrikel, die inneren Wände der Hemisphären also, zeigen eine Reihe von Besonderheiten, so die Wölbung des Corpus striatum, die Stria terminalis, den lateralen Theil der dorsalen Fläche des Sehhügels, Theile des Gewölbes, die vordere Commissur, das Septum pellucidum, den Hippocampus, den Plexus chorioideus lateralis u. s. w. In der zwischen den Aussenwänden und Ventrikelwänden enthaltenen Hemisphärensubstanz, einwärts von der grauen Hirnrinde, sind ferner ansehnliche besondere graue Lager vorhanden, so der Nucleus caudatus, welcher der Wölbung des genannten Corpus striatum entspricht, der Nucleus lentiformis an der lateralen Fläche des ersteren, das Claustrum, der Nucleus amygdalae. Der mächtigen Entwicklung

Fig. 268.

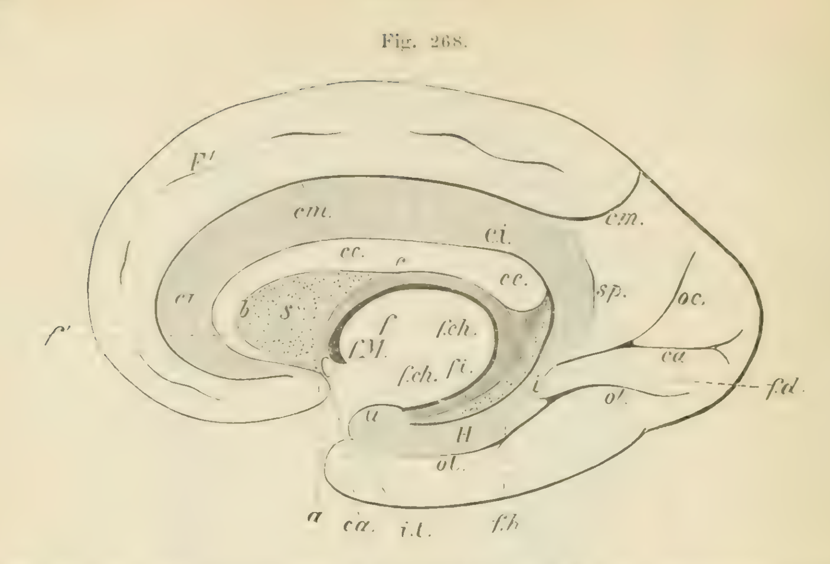


Fig. 268. Mediale Fläche der rechten Hemisphäre eines Kindes, halbschematisch dargestellt.

Das Zwischenhirn ist innerhalb des innersten engsten Kreises der Hemisphäre nicht angedeutet, nur das Foramen Monroi (f.M.) ist in seinen Grenzen dargestellt. f.ch., fissura chorioidea. f, Fornix-System, mit f' (vorn) columna fornicis und fi (hinten und unten) fimbria s, septum pellucidum, den dreieckigen Raum a, b, c einnehmend. ca, commissura anterior. cc, corpus callosum (Balken). Bei b dessen Knie, bei cc' dessen splenium. f d., hinterer unterer unveränderter Theil des Randbogens, der zur sog. fascia dentata wird. u, Hakenwindung. f.h., fissura hippocampi. ci, ci, gyrus cinguli. i, isthmus des gyrus fornicatus. H, gyrus hippocampi. cm, sulcus calloso-marginalis. oc, fissura occipitalis. ca, fissura calcarina. ot, sulcus occipito-temporalis, F, mediale Fläche der oberen Stirnwindung. sp, sulcus sulparietalis. i.t, incisura temporalis

der grauen Substanz entspricht die weisse. Von der weissen, den Hemisphären zugehörigen Substanz sind 1) diejenigen Theile zu betrachten, welche die beiden Hemisphären untereinander verbinden, der Balken und die vordere Commissur; sodann 2) solche Theile, welche einzelne Abschnitte der grauen Substanz der gleichen Hemisphäre miteinander verbinden, seien es nun Rindengebiete unter sich, oder Rindengebiete mit den grauen Kernen der Hemisphäre; endlich 3) solche Theile, welche die Hemisphären, Rindengebiete oder Kerne, mit den hinter ihnen gelegenen Abtheilungen des Gehirns und mit dem Rückenmark in Verbindung setzen. Als Vertreter der zweiten Klasse sind das Gewölbe und die Fasciculi arcuati zu nennen; als Vertreter der dritten Klasse die Strahlungen der Hirnschenkel.

Nachdem in der Folge sämmtliche einzelnen Grosshirntheile der Reihe nach betrachtet sein werden, bleiben noch mehrere Verhältnisse zu untersuchen übrig, die sich auf das Gehirn als Ganzes beziehen. So ist die Aufgabe zu erfüllen, die Leitungsbahnen in ihrer Gesammtheit und in ihren gegenseitigen Verhältnissen zu untersuchen. Dieser Abschnitt gehört zu den schwierigsten und complicirtesten, aber auch zu den wichtigsten und zugleich zu den dankbarsten. Eine Reihe von ausgezeichneten Arbeiten, die auf diesem Gebiete in der letztvergangenen Zeit hervorgebracht worden sind, lässt uns bereits den staunenden Blick in das Innere eines Apparates werfen, an dessen äusseren Verhältnissen die Forschung der verflossenen Jahrhunderte vergeblich herumgetastet hat und endlich mit voller Entsagung auf alles Uebrige glaubte Verzicht leisten zu müssen.

Wir haben uns ferner der Betrachtung der Hüllen und Gefässe, welche dem gesammten Gehirn zukommen, sodann der Entwicklungsgeschichte des centralen Nervensystems zuzuwenden. Es ist zweckmässig, diese Abschnitte den Leitungsbahnen vorausgehen zu lassen.

I. Aeussere Oberfläche der Hemisphären.

Als Stammtheil wird derjenige Bezirk der Hemisphären bezeichnet, welcher in seinen Wachsthumsverhältnissen gegenüber dem Manteltheil eine andere Richtung einhielt, indem der letztere den Stammtheil an Flächenwachsthum bedeutend überholte. Der Stammtheil wurde in Folge dessen in überwiegender Ausdehnung gänzlich in die Tiefe gedrängt, indem die Ränder des Manteltheils vorn, oben, hinten und unten über ihm zusammenschlugen.

Der Stammtheil besteht aus der Lamina perforata anterior (Fig. 267), der Insel (Fig. 269), und einer Ausbuchtung der zugehörigen Hemisphärenwand nach vorn und unten, dem Riechlappen, *Lobus olfactorius*, der uns als Tuber, Tractus und Bulbus olfactorius alsbald noch genauer beschäftigen wird. Der Riechlappen, an der vorderen Grenze des Stammtheils der Hemisphäre befindlich, war schon durch seine Lage gegen eine Ueberwachsung günstig gestellt. Er zeichnete sich ferner mindestens durch ein bedeutendes Längenwachsthum aus, und entging einer solchen darum um so leichter. Denn das vordere Ende des Bulbus olfactorius nähert sich dem vorderen Ende der Hemisphäre.

Die Grube, in welcher die Lamina perforata anterior und die Insel liegen, hat den Namen Fossa Sylvii; der Spalt, welcher nach geschehener Ueberdeckung und nach dem Zusammenschluss der Ränder zurückbleibt, heisst Fissura Sylvii. Am vollständigsten bedeckt vom Stammtheil der Hemisphäre wurde die Insel. Man nennt sie ihrer sonstigen Beschaffenheit nach auch Stammlappen. Der Stammtheil führt sonach zur Bildung zweier Lappen, dem Riech- und Stammlappen; er enthält ferner noch die Lamina perforata anterior. Zieht man die aneinanderliegenden Ränder der Fissura Sylvii auseinander, so erblickt man die Insel, die Lamina perforata anterior und den Zusammenhang beider.

Um den Stammlappen (Insel, Fig. 269) bildet der Manteltheil der Hemisphäre einen bloss nach vorn-unten offenen Ring; man nennt ihn darum auch Ringlappen, ringförmigen Lappen. Der nach hinten gerichtete Fortsatz des Ringlappens, der uns als hinteres Stück der Hemisphäre entgegentritt, wird meist als besonderer Theil, als Hinterhauptslappen, dem Ringlappen gegenübergestellt, indem er als vorspringender Theil erst secundär von dem Manteltheil nach hinten auswächst.

Untersucht man die verschiedenen Spalten und Furchen der Hemisphäre genauer, so ergibt sich alsbald, dass sie sehr verschiedene Richtungen einschlagen, sehr verschieden lang und tief sind. Zieht man ferner die Entwicklungsgeschichte zu ihrer Würdigung heran, so zeigt sich, dass ausserdem grosse Verschiedenheiten in ihrem zeitlichen Auftreten obwalten. Denn ursprünglich war die Hemisphärenwand vollständig glatt; die Sculptur der Hemisphärenwand des Erwachsenen ist eine späte Erscheinung. Es hat aber nicht sowohl eine Sculptur der Wand stattgefunden, als eine Faltung, und zwar in Folge der Oberflächenvergrösserung, wie wir ihr schon bei der Betrachtung des Kleinhirns begegneten. Eine Würdigung der hierüber vorliegenden Erfahrungen auf spätere

Stelle verschiebend, haben wir hier nur die Ergebnisse der Faltung zu betrachten: es entstanden Furchen und Windungen.

Fig. 269.

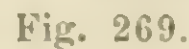


Fig. 269. Seitliche Ansicht der rechten Grosshirn-Hemisphäre zur Demonstration der Insel und des ringförmigen Lappens.

Die Ränder der Fissura Sylvii sind auseinandergezogen. I, Insel mit ihren fächerförmig sich ausbreitenden Windungen. l.i, limen insulae. x, y, obere Fläche des Schläfenlappens: x der glatte Theil, y die erste obere Temporalwindung. — Die übrigen Furchen und Windungen sind nur skizzirt, halb schematisch. c, sulcus centralis. A, vordere, B, hintere Centralwindung. Opc, operculum. f1, sulcus frontalis superior. f2. sulcus frontalis inferior. pcs, sulcus praecentralis superior. pci, sulcus praecentralis inferior. F1, obere, F2, mittlere, F3, untere Stirnwindung. oF2, orbitaler Theil der mittleren Stirnwindung. cm, oberes hinteres Ende des sulcus calloso-marginalis. p, sulcus parietalis, cp, sulcus postcentralis. P1, obere, P2, untere Scheitelwindung. T1, obere Schläfenwindung. t1, sulcus temporalis superior. i.po, incisura praeoccipitalis. oc, fissura occipitalis. o1, sulcus occipitalis longitudinalis superior. o2, sulcus occipitalis longitudinalis inferior. O1, gyrus occipitalis superior. O2, gyrus occipitalis medius. O3, gyrus occipitalis inferior.

So lange die Hemisphärenwand noch dünn ist, werden alle Falten sich in der ganzen Dicke der Wand ausprägen. Ist die Wand schon dicker geworden, haben sich die weissen Fasermassen schon zu beträchtlicheren Lagen angesammelt, so werden die Falten nicht mehr die ganze Wand, sondern nur die stärker wachsenden und zur Faltung geeigneteren Wandtheile, die Hirnrinde betreffen. So unterscheiden wir mit Kölliker, welcher hierüber die ersten Grundlagen aufstellte, ferner mit His, Ecker und Pansch Totalfalten und Rindenfalten. Diejenigen Furchen, welche die Wand als Ganzes treffen, heissen Fissuren; die übrigen, welche sich auf die Rinde beschränken, Furchen, Sulci. Unter den Sulci müssen wieder Primär- und Secundärfurchen, selbst Tertiärfurchen unterschieden werden. Die Primärfurchen zeigen eine gewisse typische Regelmässigkeit ihres Verlaufs. Aber schon bei ihnen trägt ein Umstand dazu bei, ungeachtet des übereinstimmenden Typus eine unerwartete Mannigfaltigkeit der äusseren Erscheinung zu bedingen. Dieser Umstand ist

darin enthalten, dass einige Primärfurchen und ebenso Secundärfurchen sich nicht aus einer einzigen Anlage entwickeln, sondern aus zwei oder drei Abschnitten, die zusammenfliessen, aber auch unterbrochen bleiben, oder mit anderen Furchen zusammenfliessen können, als gewöhnlich. Häufiger noch als die primären variiren die secundären und tertiären Furchen, wie sich leicht einsehen lässt. Je windungsreicher ein Gehirn in Folge reicher Entwicklung von secundären und tertiären Furchen, um so leichter werden sich darum Verschiedenheiten von anderen Gehirnen wahrnehmen lassen. Windungsreiche Gehirne sind einander am wenigsten ähnlich; windungsarme Gehirne dagegen sind einander immer ähnlicher und lassen zugleich das Typische leichter wahrnehmen.

Die Furchen und Windungen, so viele ihrer sind, stellen Thatsachen dar, so gut wie jede andere; schon aus diesem Grunde müssen wir sie kennen lernen. Das Furchennetz erscheint uns ferner ähnlich den Meridian- und Aequatoriallinien eines Globus oder einer Karte; wir bedienen uns ihrer hier wie dort zu regionalen Bestimmungen der Oberfläche. Die normalen Furchen und die Breite der normalen Schwankung müssen ferner bekannt sein, um Anomalien und den Sitz von örtlichen Erkrankungen nachweisen, um Vergleichungen anstellen zu können zwischen Gehirnen verschiedener Rassen und mit dem Gehirn der Thiere, zunächst der Säugethiere. In den Furchen und Windungen sind ferner Wachsthumserzeugnisse zu erblicken; zum Verständniss der letzteren müssen die Furchen und Windungen selbst bekannt sein. Es drängt sich hier leicht die Frage auf, ob wohl bestimmte physiologische Bezirke der Gehirnrinde durch Furchen abgegrenzt werden, oder ob Furchen und physiologische Grenzen von einander gänzlich unabhängig sind. Auch zur Lösung dieser Frage wird die Kenntniss der Furchen und Windungen vorausgesetzt. Anatomische, physiologische, pathologische, anthropologische Gründe erfordern hiernach in gleicher Weise die Kenntniss der Furchen und Windungen. Dieses Ziel zu erreichen, ist gegenwärtig nicht mehr schwer, nachdem eine grosse Reihe von Untersuchungen sich eingehend mit dem Gegenstande beschäftigt hat.

Bei der Ausführung des Versuches, den Manteltheil der Hemisphäre in Furchen- oder Windungsbezirke einzutheilen, wird man vor Allem daran denken müssen, die Fissuren in erster Linie zu benützen. Die interfissuralen Bezirke, so wird man sich denken, können alsdann durch die Primärfurchen in primäre Unterabtheilungen, diese wieder in secundäre Felder getheilt werden.

Sehen wir zu, wie ein solcher Versuch ausfällt. Als Fissuren sind zu nennen: Die Fissura hippocampi, Fissura chorioidea, Fissura Sylvii, Fissura parieto-occipitalis und Fissura calcarina. Eine mit ihnen vorgenommene Abgrenzung führt zur Aufstellung eines Stammlappens, der von einem ringförmigen Lappen umgeben ist, und der sich nach hinten in einen mit zwei Fissuren versehenen Hinterhauptslappen fortsetzt.

Primärfurchen sind ebenfalls mehrere vorhanden, so der Sulcus centralis, Sulcus praecentralis inferior und Sulcus frontalis inferior, Sulcus parietalis, Sulcus occipitalis anterior, Sulcus temporalis superior, Sulcus collateralis u. s. w. Alle diese Primärfurchen werden zwar zur engeren Eintheilung benützt, nur einige von ihnen aber zur Abgrenzung von grösseren Bezirken des ganzen Ringlappens. Vielmehr haben von älterer Zeit her einerseits die mächtigsten Vorsprünge der Hemisphäre, wie der Stirntheil, Schläfentheil, Hinterhauptstheil,

andererseits die Berücksichtigung der Hirnschale und ihrer einzelnen Knochen die Veranlassung gegeben zur Eintheilung des Gehirns in Lappen.

So unterscheiden wir gegenwärtig einen Stirn-, Scheitel-, Hinterhaupts- und Schläfenlappen, zu welchen noch die beiden bereits erwähnten, der Stammlappen und Riechlappen, hinzutreten. Nicht unzweckmässig erschien ferner die Ausscheidung eines Sichellappens aus dem Ringlappen, d. h. eines sichelförmigen Bezirkes, welcher die nächste dorsale und ventrale Nachbarschaft des Balkens bildet.

Nach diesen Betrachtungen wenden wir uns zur Untersuchung der Einzelheiten des Stamm- und Manteltheils.

Stammtheil der Hemisphäre.

1) Lamina perforata anterior (Substantia perforata anterior s. lateralis Fig. 267). Sie liegt lateralwärts vom vorderen Theil des Tractus opticus und vom Chiasma opticum, grenzt nach vorn an das Trigonum olfactorium, lateralwärts an die Hakenwindung. Ihre Oberfläche ist glatt, von grauer Beschaffenheit, und von zahlreichen grösseren und kleineren Oeffnungen siebförmig durchbrochen, die zum Eintritt von Gefässen dienen. Die graue Substanz der Lamina perforata anterior hängt dorsalwärts mit dem Grau des Nucleus lentiformis zusammen.

2) Lobus olfactorius, Rhinencephalon (s. Fig. 242). Der Riechlappen zeigt drei in Längsrichtung aufeinanderfolgende Theile. Der hintere Theil, Tuber olfactorium, stellt einen pyramidalen kleinen Wulst dar, dessen ventrale Oberfläche dem Beschauer als Trigonum olfactorium zugekehrt ist. Die Basis der Pyramide ist nach hinten gewendet und von der Lamina perforata anterior, mit der sie zusammenhängt, nur durch eine oberflächliche Rinne getrennt. Der Körper der dreiseitigen Pyramide ist in eine tiefe Furche des Stirnlappens (Sulcus olfactorius) eingesenkt, die sich parallel mit der Mantelkante 4 cm nach vorn fortsetzt. In ihr findet der zweite und dritte Theil des Riechlappens seine Lage. Der erstere, Tractus olfactorius (Fig. 219 I′), bildet den strangförmigen Ausläufer des Riechwulstes von gleichfalls dreiseitigem Querschnitt. Eine seiner Flächen ist der Hirnbasis zugewendet und liegt frei. Am vorderen Ende geht der Tractus in den dritten Bestandtheil des Riechlappens über, den Bulbus olfactorius, eine graue Anschwellung von 8—10 mm Länge, 3—4 mm Breite und 2—3 mm Dicke. Der Bulbus liegt auf der Lamina cribrosa des Siebbeins. Von ihm gehen zahlreiche (marklose) Riechnervenbündel ab, welche durch die Oeffnungen der Lamina cribrosa zur Nasenschleimhaut dringen. Am Tractus sind zunächst zwei markweisse Streifen (sogenannte Wurzeln des Riechnerven) kenntlich, welche die laterale und mediale Kante einnehmen. Die Stria olfactoria lateralis (Radix lateralis s. longa), zieht an der lateralen Kante des Trigonum olfactorium nach hinten zum Eingang der Fossa Sylvii und bis in die Nähe des Schläfenlappens. Nach ihren Verhältnissen bei Säugethieren, z. B. beim Hunde, zu urtheilen, begibt sie sich zum vorderen Ende des Gyrus hippocampi [Schwalbe]. Die Stria medialis (Radix medialis) läuft entlang der medialen Kante gegen den Gyrus fornicatus des Stirnhirns, wie ebenfalls Säugethierhirne am besten zeigen. Die Stria intermedia, zwischen beiden

genannten, verliert sich in der Substanz des Tuber olfactorium selbst. Als obere, der dorsalen Kante entsprechende Wurzel (Stria dorsalis) sind ferner tiefliegende Faserbündel des Tractus zu erwähnen, welche rückwärts sich bis in das Mark des Stirnhirns verfolgen lassen. Beim Fötus besitzt der Riechlappen eine ansehnliche Höhlung, eine Fortsetzung des Ventriculus lateralis, von welchen im Bulbus lange Zeit ein Rest vorhanden bleiben kann. Desgleichen ist an Ausgüssen des Ventriculus lateralis des Erwachsenen oft noch ein trichterförmig zugespitzter Fortsatz wahrnehmbar, welcher der centralen Mündung des ehemaligen Ventriculus olfactorius entspricht. Dem Ventriculus olfactorius entspricht beim Auge der Ventriculus opticus der primären und secundären Augenblase, der seinerseits mit dem dritten Ventrikel in Verbindung stand, wie jener mit dem lateralen.

3) Die Insel, *Insula*, *Insula Reilii* (Stammlappen, Insellappen, Lobus opertus) (Fig. 269; Fig. 270). Die Insel lag ursprünglich frei zu Tage, sank

Fig. 270.

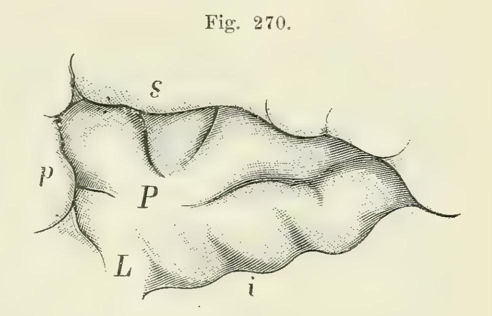


Fig. 270. Insel (Stammlappen), der linken Hemisphäre.

P, Inselpol oder Inselhöhe. L, Limen insulae, Inselschwelle, zur Lamina perforata anterior hinführend. Die Insel besitzt drei Flächen, die von der Inselhöhle nach vorn, dorsal- und ventralwärts abfallen; jede derselben, besonders die dorsale Fläche zeigt Furchen; diejenigen der ventralen Fläche sind klauenförmig. Die Insel ist eingerahmt durch eine ringförmige, vielmehr aus drei Abschnitten bestehende Furche den Sulcus circularis Reilii; die drei Abschnitte dieser Furche sind: ein Sulcus praeinsularis (p), Sulcus suprainsularis (s) und Sulcus infrainsularis (i).

aber in die Tiefe durch Ueberwölbung ihres Gebietes von Seiten des Stirn-, Scheitel- und Schläfenlappens. Sie ragt aus dem Grunde der Fossa Sylvii hervor als ein mit drei Abhängen versehener Hügel, der seine drei Abhänge oder Seitenflächen im Allgemeinen den Lappen zukehrt, die ihn bedecken. So kann man an ihr eine Facies frontalis, fronto-parietalis und temporalis unterscheiden. Der Kamm des Hügels sieht der Fissura Sylvii zu und besteht wie letztere, aus einem horizontalen, aufsteigenden und Wurzeltheil. Der Kamm ist hiernach dreigrätig. Die am meisten hervorragende Stelle ist die, an der die drei Gräten sich treffen (Inselpol, Broca). Durch die Erhebung der Insel vom Boden der Fossa Sylvii bleibt eine sie allseitig umgebende Furche, Sulcus circularis Reilii, zurück, die nur am vorderen ventralen Ende der Insel fehlt, indem hierselbst der Uebergang der Insel in die Lamina perforata anterior sich vollzieht *). Die Uebergangsstelle (Limen insulae, Inselschwelle, Schwalbe) liegt zwischen der dorsalen Fläche des vorderen Endes des Schläfenlappens und der ventralen Fläche des hinteren Endes des Stirnlappens. Der Sulcus circularis Reilii zerfällt nach den drei Flächen in einen Sulcus prae-, supra- und infrainsularis. Von den drei Flächen ist die dorsale (Facies fronto-parietalis) am bedeutendsten gefurcht,

*) Die medianwärts der Inselschwelle liegende Vertiefung, deren Boden durch die Lamina perforata anterior gebildet wird, ist nach dem Vorgange von Broca und Schwalbe zweckmässiger Vallecula Sylvii zu nennen, während der Name Fossa Sylvii die lateralwärts der Inselschwelle liegende Vertiefung bezeichnet.

und greift die hintere der Furchen häufig über den Kamm ventralwärts hinaus. Die Furchung der ventralen Fläche (Facies temporalis) zeigt eine Reihe kürzerer und minder tiefer Furchen. Am wenigsten gefurcht (meist nur 1 mal) ist die vordere Fläche (facies frontalis). Im Ganzen werden 5—9 Windungen der Insel (Gyri breves s. unciformes) gezählt, welche vom Inselpole aus fächerförmig über die drei Flächen ausstrahlen.

Die überwölbenden Theile werden Decklappen der Insel genannt [Pansch]. Am mächtigsten ist der dorsale Decklappen, der aus einem Theil des Stirn- und Scheitellappens besteht. Man nennt ihn von langer Zeit her mit besonderem Namen, Operculum, Klappdeckel. Ihm zunächst an Ausdehnung steht der temporale Decklappen; der kürzeste ist der frontale.

Was die Lage der Insel in Hinsicht tiefer Theile der Hemisphärenwand betrifft, so ist zu bemerken, dass die Inseloberfläche lateralwärts vom Claustrum und Nucleus lentiformis liegt.

Manteltheil der Hemisphäre.

a) Interlobäre Furchen.

Als Furchen, welche die Hauptabschnitte des Manteltheils von einander trennen (Trennungsfurchen der Lappen, interlobäre Furchen) sind folgende zu unterscheiden: Die Fissura Sylvii, der Sulcus centralis s. Rolandi, der Sulcus occipitalis transversus, die Fissura parieto occipitalis, der Sulcus calloso-marginalis.

1) Die Fissura Sylvii (*Fissura lateralis*) stellt jene Furche dar, welche bei gedeckter Insel als Zugang zur Fossa Sylvii äusserlich sichtbar ist. Sie geht von der transversal gestellten Vallecula Reilii an der Basis des Gehirns aus, steigt ein kurzes Stück lateral-aufwärts (Truncus fissura Sylvii, Fig. 271, s) und spaltet sich darauf in drei Aeste.

a) Der Ramus posterior ist der längste und streicht nahezu horizontal, die Länge der Insel noch um die Hälfte überragend (Fig. 271 s'); sein Endstück ist dorsalwärts gekrümmt.

b) Der Ramus ascendens steigt eine kurze Strecke weit fast senkrecht, ein wenig nach vorn geneigt, aufwärts (Fig. 271, s'').

c) Der Ramus anterior, von der Länge des vorigen, dringt in der Richtung des hinteren Astes vorwärts (Fig. 271 s'''). Er ist constanter als b. Zwischen s'' und dem Ende von s' liegt der als Operculum erwähnte Hirntheil.

2) Der Sulcus centralis s. Rolandi (Fig. 271, oberes c und Fig. 272 c). Er entsteht an der lateralen Hemisphärenwand in geringer Entfernung vom Ramus posterior fissurae Sylvii und zieht dorsal-rückwärts etwa zur Mitte der Mantelkante. Je kürzer und breiter das Gehirn, um so mehr nähert sich die Richtung der transversalen. Von der Fissura Sylvii ist das laterale Ende der Furche meist nur durch eine schmale Brücke getrennt; das dorsale Ende kerbt häufig die Mantelkante ein und greift dadurch auf die mediale Fläche über. Sie ist höchst selten in zwei Abschnitte getheilt, einen dorsalen und lateralen.

3) Die **Fissura occipitalis s. parieto-occipitalis** (Fig. 273 oc). Sie liegt auf der medialen Fläche der Hemisphäre und greift auf die dorsale Fläche über. Man unterscheidet darum einen medialen und dorsalen Theil.

Fig. 271.

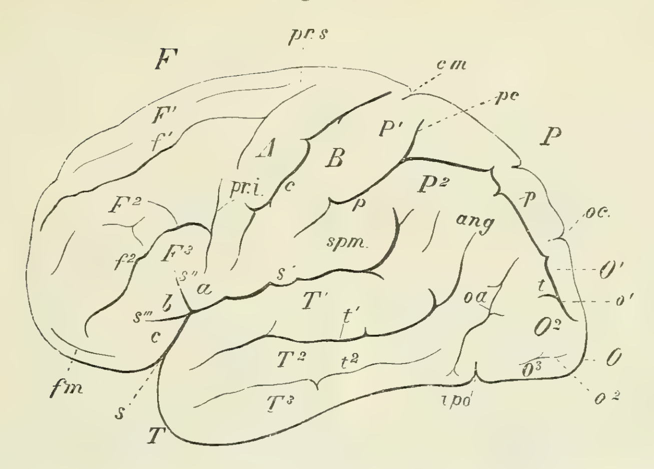


Fig. 271. Seitliche Ansicht der Windungen an der lateralen Fläche der Hemisphäre. F, Stirnlappen. T, Schläfenlappen. P, Scheitellappen. O, Hinterhauptslappen. Die Insel liegt in der Tiefe der Fissura Sylvii s, s', s'', s''' verborgen. s, Stamm der fissura Sylvii. s'. ramus posterior. s''. ramus ascendens. s''', ramus anterior fissurae Sylvii. Von s'' bis s' Operculum (Klappdeckel). c (zwischen A u. B) sulcus centralis. A, vordere, B, hintere Centralwindung. f1, sulcus frontalis superior mit Sulcus praecentralis superior (pr. s.). f2, sulcus frontalis inferior mit sulcus praecentralis inferior (pr. i). f.m., sulcus frontolateralis. F1, erste (obere), F2, zweite, F3, dritte (untere) Stirnwindung. Innerhalb des Gebietes der letzteren bezeichnet a die pars opercularis, b die pars triangularis, c die pars orbitalis. cm, oberes hinteres Ende des sulcus calloso-marginalis. p, p, sulcus parietalis, hinten mit dem sulcus occip. longit. superior (o 1) continuirlich. P1, obere, P2, untere Schläfenwindung. spm, lobulus supramarginalis. ang, gyrus angularis t1, sulcus temporalis superior. t2, sulcus temporalis medius. T1 obere, T2 mittlere, T3, untere Schläfenwindung. i.po, incisura praeoccipitalis. oc, fissura occipitalis. oa, sulcus occipitalis anterior, t, sulcus occipitalis transversus. o2, sulcus occip. longit. medius. O1, obere, O2, mittlere, O3, untere longitudinale Occipitalwindung.

Der mediale fliesst ventralwärts mit dem vorderen Ende der Fissura calcarina zusammen. Der dorsale ist wechselnd lang, meist 1—2 cm (Fig. 272 oc, 271 oc).

4) Der Sulcus calloso-marginalis liegt auf der medialen Fläche (Fig. 273 cm). Er wird nach dem Vorgange von Broca, und zwar aus vergleichend-anatomischen Gründen, als lappentrennende Furche angesprochen. Hiermit wird ein drittes Moment in die Lappentrennung eingeführt, das vergleichende, die beiden andern fanden als entwicklungsgeschichtliches und osteologisches Moment bereits Erwähnung. Der Sulcus calloso-marginalis beginnt unterhalb des Rostrum corporis callosi, umkreist in etwa 1,5 cm Entfernung vom Balken das Knie und den Körper des letzteren und gelangt fast bis zur Frontalebene des Splenium corporis callosi. Hier wendet er sich zur Mantelkante, kerbt sie in der Regel ein und liegt mit seinem dorsalen Ende (Fig. 272 cm) nahe hinter dem dorsalen Ende des Sulcus centralis. Er sendet nach beiden Seiten, besonders dorsalwärts kleinere Aeste aus, von welchen einer besonders Erwähnung verdient, der Sulcus paracentralis [Schwalbe] (Fig. 273 parc), da er ein als Lobulus paracentralis bekanntes Läppchen abgrenzen hilft. Nicht selten sendet er ein, der Richtung seines Längsverlaufs entsprechendes Stück über das Splenium hinaus nach hinten (Fig. 273 sp); meist tritt dieser Ast isolirt auf. Er hat den Namen Sulcus subparietalis.

5) Der Sulcus occipitalis transversus. Diese Furche (Fig. 271 t) befindet sich meist im Zusammenhang mit einer alsbald zu beschreibenden intralobären Furche, dem Sulcus parietalis. Sie unterliegt noch verschiedener Beurtheilung, insofern sie vielfach selbst als intralobäre Furche gedeutet wird.

Fig. 272.

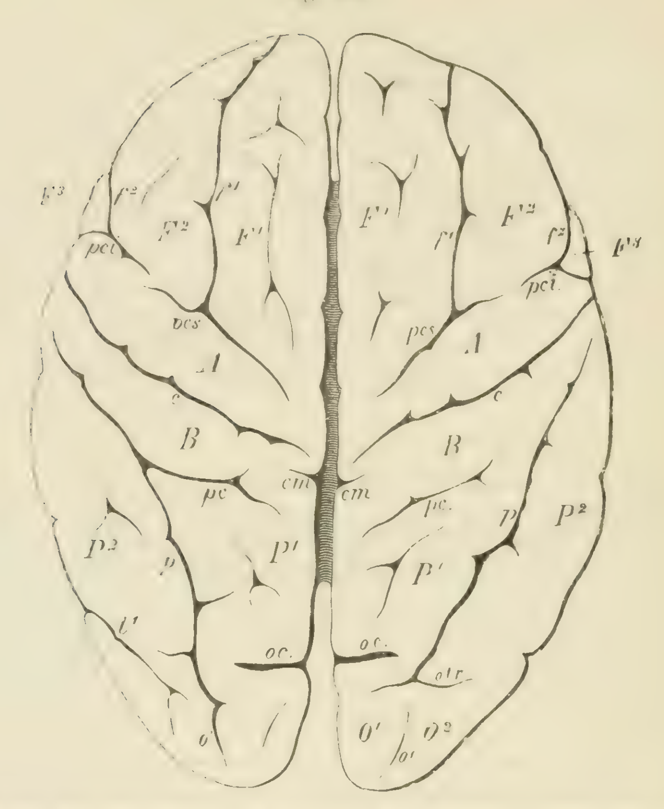


Fig. 272. Ansicht der Furchen und Windungen der Grosshirn-Hemisphären, von der dorsalen Seite gesehen. 1/2.

c, sulcus centralis. A, vordere, B, hintere Centralwindung. f 1, sulcus frontalis superior mit pcs. sulcus praecentralis superior. f 2, sulcus frontalis inferior mit pci. sulcus praecentralis inferior. F 1, obere, F 2, mittlere, F 3, untere Stirnwindung. cm, hinteres Ende des sulcus calloso-marginalis. p, sulcus parietalis, links in den sulcus occipit. longit. superior o 1 übergehend, rechts dagegen im Zusammenhang mit dem sulcus occipit. transversus otr. pc, sulcus postcentralis. P 1, obere, P 2, untere Scheitelwindung. t 1, sulcus temporalis superior. O 1, gyrus occipit. longit. superior. O 2, gyrus occipit. longit, medius. oc, fissura occipitalis.

Sie fällt indessen entschieden mit einer lappentrennenden Furche der Primaten zusammen, worauf in neuester Zeit besonders E b e r s t a l l e r aufmerksam gemacht hat, dem ich mich nach eigenen Beobachtungen am Gehirn des Orang, Gorilla und Schimpanse anschliesse. S. hierüber das bei Gelegenheit der Furchen des Hinterhauptlappens Erwähnte; s. ferner Fig. 276, ot, ot'.

Im Anschluss an die interlobären Furchen sind die Furchen innerhalb der einzelnen Lappen, die i n t r a l o b ä r e n Furchen, ins Auge zu fassen. Nach Kenntnissnahme dieser werden wir uns zur Betrachtung der einzelnen W i n d u n g e n der Lappen wenden.

b) Intralobäre Furchen.

1) Furchen des Stirnlappens (*Lobus frontalis.*) Der Stirnlappen umfasst das mächtige Rindengebiet, welches vor dem Sulcus centralis, vor und über der Fissura Sylvii und dem Sulcus calloso-marginalis gelegen ist. Er besitzt eine convexe d o r s o - l a t e r a l e, eine leicht concave o r b i t a l e, und eine

Fig. 273.

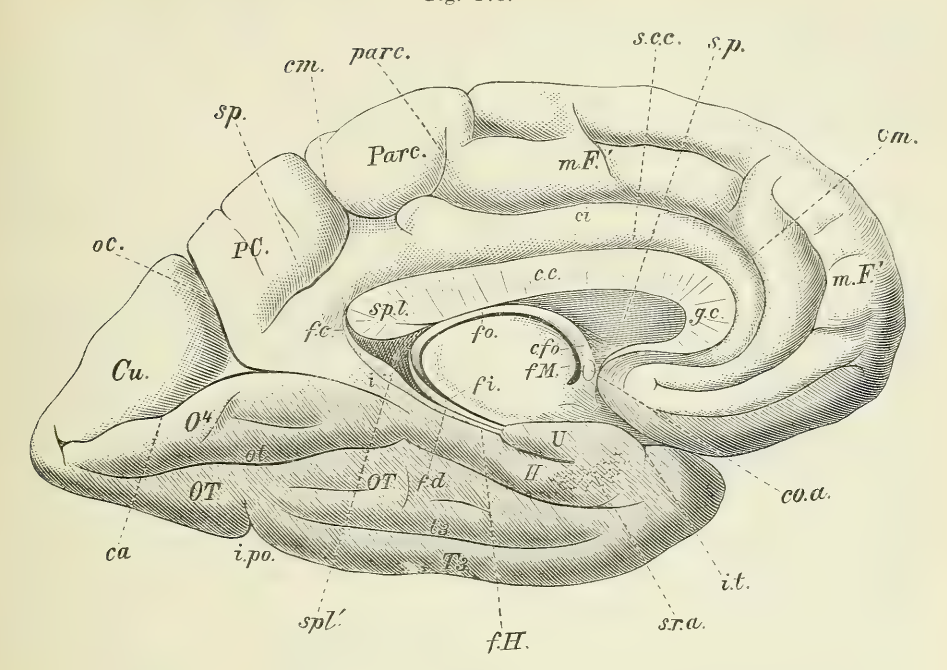


Fig. 273. Mediale Fläche der linken Grosshirn-Hemisphäre. 2/3.

f.M., foramen Monroi. co.a., commissura anterior. c.fo, columna fornicis. fo, corpus fornicis. fi, fimbria. cc, Balken (corpus callosum). g.c., dessen Knie. spl, dessen splenium. spl', untere Fläche des splenium. f.c., fasciola cinerea, in die fascis dentata f.d. sich fortsetzend. s.p., septum pellucidum. ci, gyrus cinguli, unter spl in den isthmus gyri fornicati (i) sich fortsetzend; letzterer mit gyrus hippocampi H continuirlich; dessen substantia reticularis alba bei s.r.a. U, uncus. i.t., incisura temporalis. f.H., fissura hippocampi; die fissura chorioidea ist die starke Linie, welche von f.M. an dem inneren Rande des Fornixbogens (cfo, fo, fi) folgt. cm, cm, sulcus calloso-marginalis. s.c.c., sulcus corporis callosi. m.F', mediale Fläche der ersten Stirnwindung. parc, sulcus paracentralis. Parc, lobulus paracentralis. PC. praecuneus. sp, sulcus subparietalis. oc, fissura occipitalis. Cu, cuneus. ca, fissura calcarina. O4, gyrus lingualis. OT, gyrus occipito-temporalis. i.po, incisura-praeoccipitalis. ot, sulcus occipito-temporalis. t3, sulcus temporalis inferior. T3, gyrus temporalis inferior.

plane mediale Fläche. Letztere ist hufeisenförmig, die orbitale dreieckig mit vorderer Basis und abgerundeten Ecken, erstere trapezförmig.

Die intralobären Furchen des Stirnlappens sind die folgenden:

a) auf der dorsolateralen Fläche.

1) Der Sulcus praecentralis inferior (pr.i) gehört mit dem Sulcus frontalis superior zu den Primärfurchen, beginnt aufsteigend nahe der Spitze des Operculum (Fig. 271, über a), und dringt eine Strecke weit dorsalwärts vor, der Richtung des Sulcus centralis ungefähr parallel.

2) Der Sulcus frontalis inferior (f^2) geht aus dem mittleren Theil des Sulcus praecentralis inferior hervor, wendet sich um den Ramus ascendens fissura Sylvii nach vorn, lässt sich verschieden weit nach vorn verfolgen, und kann schon hinter dem vorderen Ende des Ramus anterior fissurae Sylvii sein Ende finden. Meist wird er durch eine secundäre transversale Furche, die Sulcus fronto-lateralis (Fig. 271, fm) genannt werden und auch doppelt vorhanden sein kann, abgeschlossen. In anderen Fällen setzt er sich um das vordere Ende des Ramus anterior herum bis auf die Orbitalfläche fort.

3) Der Sulcus frontalis superior (f^1) verläuft etwa in der Mitte zwischen der Mantelkante und dem Sulcus frontalis inferior als variable sagittale

Furche vorwärts. Meist entspringt sie mit einem queren, vor dem Sulcus centralis, in der Fortsetzung des Sulcus frontalis inferior gelegenen Furchenstück (Sulcus praecentralis superior Fig. 271 pc.s). Während ihres langen, im vorderen Theil der Mantelkante sich nähernden Verlaufes gibt sie zahlreiche quere Seitenäste ab und hört in der Gegend des Stirnpols auf.

4) Der Sulcus fronto-marginalis. Diese Furche beginnt in dem Winkel, welchen der Orbitaltheil der Mantelkante mit dem Orbitaltheil der Lateralkante bildet (Fig. 275 fm) und steigt in schräger Richtung lateral-dorsalwärts, um verschieden weit (3—5 cm) von ihrem Ausgangspunkt entfernt zu endigen. Sie pflegt während ihres Verlaufes mehrere kleine Seitenäste abzugeben und kann infolge dessen mit benachbarten Furchen zusammenfliessen. Am interessantesten ist ihr Zusammenfliessen mit dem Sulcus frontalis inferior oder superior. Auf diese Furche des menschlichen Gehirns hat zuerst Wernicke die Aufmerksamkeit gelenkt und an ihre Beziehung zu einer ähnlichen Furche des Primatengehirns erinnert. Wernicke schreibt jedoch dem Sulcus fronto-marginalis eine viel beschränktere Ausdehnung und selteneres Auftreten zu, als es oben geschehen ist. Gerade die Beachtung des Anthropoidengehirnes aber zeigt, dass als Sulcus fronto-marginalis des Menschen wahrscheinlich jene ganze Furche zu deuten ist, die als vorderer schräger Theil des Sulcus frontalis superior gedeutet zu werden pflegt (s. Fig 274 f1'). In Folge der strahlenartigen Anordnung der Furchen im dorsalen Stück des Sulcus fronto-marginalis kommt es hie und da

Fig. 274.

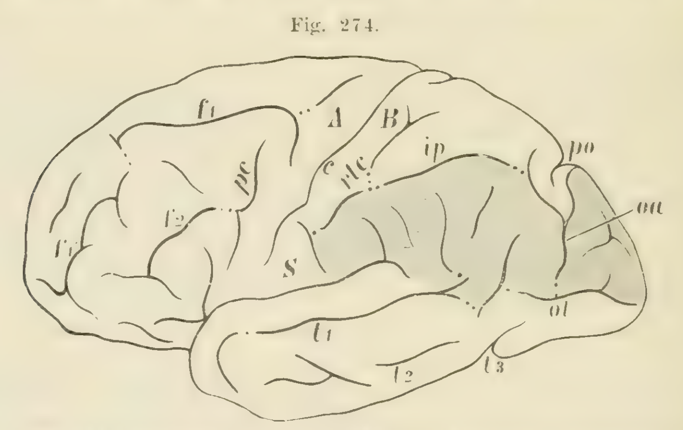


Fig. 274. Laterale Fläche der linken Grosshirn-Hemisphäre des Menschen. 1/2. (Nach Eberstaller.)

Die Punkte und punktirten Linien zeigen die Stellen der häufigsten Uebergangswindungen an. f1 obere, f1' untere Abtheilung des Sulcus frontalis superior; f1' entspricht wahrscheinlich dem S. fronto-marginalis der Primaten. f2, S. frontalis inferior; pc, S. praecentralis inferior. S, Fissura Sylvii; c, Sulcus centralis; rtc, Sulcus retrocentralis; ip, Sulcus parietalis; po, Sulcus parieto-occipitalis; oa, S. occipitalis anterior (Affenspalte); ol, S. occipitalis lateralis (hinteres Ende des S. temporalis inferior); t2, Sulcus temporalis medius; t1, Sulcus temporalis superior s. collateralis; A, Gyrus praecentralis; B, Gyrus retrocentralis.

zu einer eigenthümlichen Vertiefung, dem Scyphus von Huschke, welcher der Gegend des Tuber frontale entspricht. Für die Frontomarginalfurche ist auch die Fig. 276 vom Hirn des Orang zu vergleichen.

b) auf der orbitalen Fläche.

1) Sulcus olfactorius s. orbitalis medialis (Fig. 275, sol), in der Nähe der medialen Orbitalkante und dieser parallel verlaufend. Sie dient zur Aufnahme des Tractus olfactorius und hört hinter dem Stirnpol auf.

2) Sulcus orbitalis intermedius (Fig. 275 si). Er beginnt lateralwärts vom Trigonum olfactorium, zieht mit kurzen Seitenzweigen nach vorn bis zur Orbitalkante, ist meist lateralwärts leicht convex.

3) Sulcus orbitalis lateralis (Fig. 275 sl). Er beginnt medianwärts vom Ramus anterior fissurae Sylvii und dringt, medianwärts leicht convex, nach vorn, bis zur Orbitalkante, oder über sie hinaus. Meist sind nun

Fig. 275.

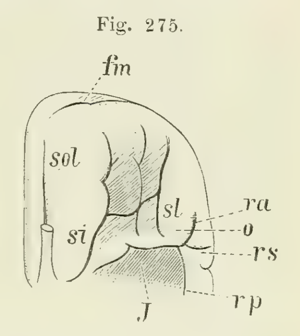


Fig. 275. Orbitale Fläche des menschlichen Stirnlappens. 1/2.

Ein mediales Endstück des Sulcus fronto-marginalis; sol, Sulcus olfactorius; si, Sulcus orbitalis intermedius; sl, Sulcus orbitalis lateralis; zwischen beiden eine in constante Furche gleichfalls longitudinale Furche; diese 3 Furchen sind durch Querarme miteinander verbunden; fehlt der hintere Theil der Furche sl und die inconstante Furche, so haben wir den sogenannten S. triradiatus vor uns. ra, Ramus anterior Fissurae Sylvii; rs, ramus superior (ascendens) Fissurae Sylvii; rp, Ramus posterior Fissurae Sylvii; O, kleiner Orbitaltheil des Gyrus frontalis III, während irrthümlich gewöhnlich der ganze Querwulst von ra bis si als Orbitaltheil der dritten Stirnwindung betrachtet wird J, Insel, vom Stirnlappen auch vorn getrennt durch den Sulcus praeinsularis.

zwischen letzteren Furchen quere Verbindungszweige vorhanden, die ihrerseits wieder Längsäste abgeben können, sowohl nach vorn als nach hinten, wodurch verwickelte Furchenbilder zu Stande kommen. In allen aber ist das ursprüngliche, typische Verhalten leicht durchzublicken.

Vorstehende Schilderung der Orbitalfurchen weicht von der gebräuchlichen wesentlich ab. Was den Sulcus orbitalis intermedius und lateralis betrifft, so ergeben sich dieselben aus dem Verhalten der Orbitalfurchen bei den Anthropoiden. Die ausführliche Darstellung der Orbitalfurchen von Weisbach bezieht sich allein auf menschliche Gehirne; es ist bei diesen in der That schwer, die Grundlage zu erkennen. Unser Sulcus orbitalis intermedius und lateralis werden zusammen gewöhnlich als Sulcus orbitalis, s. triradiatus, s. cruciformis beschrieben. Besser ist die Bezeichnungsweise von Broca, incisure en H. Denken wir uns in Fig. 275 die Längsfurche si, dazu die queren Furchen, und die vor der Einmündung der Querfurchen gelegene Hälfte der Längsfurche sl, so haben wir den Sulcus triradiatus der Fig. 267 vor uns. Ist in Fig. 275 die hintere Hälfte von si, ebenso dieselbe Hälfte von sl stark entwickelt, und fehlt die quere Verbindung nicht, so haben wir eine dem Stamm der Fissura Sylvii parallele Furche vor uns, den Sulcus praesylvius. Der hintere Schenkel von sl fehlt am menschlichen Gehirn überaus selten; bei den Anthropoiden fehlt er nie.

c) auf der medialen Fläche.

1) Der Sulcus supraorbitalis [Broca]. Diese Furche geht aus dem Anfangstheil des Sulcus calloso-marginalis hervor, oder entspringt selbstständig, ventralwärts von letzterer. Anfangs der Mantelkante ziemlich parallel dorsalwärts ziehend, wendet sie sich in der Höhe des Balkenkniees oder darüber nach vorn und schneidet in die Mantelkante ein (Fig. 273 unter m.F.[1]).

2) Der Sulcus paracentralis. Er entspringt vom Sulcus calloso-marginalis, bevor dieser in sein aufsteigendes Stück übergeht (Fig. 273 parc).

2) Furchen des Scheitellappens (*Lobus parietalis*). Als Scheitellappen wird jenes Rindengebiet bezeichnet, welches hinter dem Sulcus centralis und dem aufsteigenden Theil des Sulcus calloso-marginalis gelegen ist, und sich

bis zur Fissura parieto-occipitalis, zum Sulcus subparietalis, sowie zum Sulcus occipitalis transversus s. occipitalis dorsalis superior erstreckt. Er hat eine dorsale und mediale Fläche. Nach abwärts ist die dorsale Fläche vorn durch den hinteren Ast der Fissura Sylvii begrenzt, im hintern Theil geht sie in den Schläfenlappen über.

An intralobären Furchen ist vorhanden:

1) Der Sulcus postcentralis inferior und superior. Der Sulcus postcentralis s. retrocentralis ist eine meist aus einem lateralen und dorsalen Stück zusammengesetzte Furche, welche hinter der Centralfurche und ihr parallel verläuft. Das laterale Stück ist zugleich in der Regel Ausgangspunkt des Sulcus parietalis und wird sogar gewöhnlich als wirkliches Anfangsstück des Sulcus parietalis bezeichnet. Das dorsale Stück kann auch mit dem lateralen zusammenhängen und aus diesem Grunde als ein dorsaler Ast des Anfangstheiles des Sulcus parietalis erscheinen. Fig. 272 pc = Sulcus postcentralis (superior). Das Stück links von pc der linken Hemisphäre ist Sulcus postcentralis inferior.

2) Der Sulcus parietalis s. interparietalis (Fig. 272 p). Er beginnt, wenn wir den Sulcus postcentralis inferior als seinen Anfangstheil betrachten, aus dem Winkel, welchen der laterale Theil des Sulcus Rolandi und die hintere Hälfte der Fissura Sylvii mit einander bilden, wendet sich dorsal- und rückwärts und gelangt in einem nach der Mantelkante leicht convexen Bogen zum Occipitallappen, wo er hinter dem dorsalen Stück der Fissura occipitalis im Sulcus occipitalis transversus endigt. Es kommen indessen auch Fälle vor, in welchen der Sulcus parietalis, anstatt in einem Sulcus occipitalis transversus zu endigen, sich ununterbrochen bis zur Gegend des Occipitalpols als Längsfurche fortsetzt. In anderen Fällen endigt der Sulcus parietalis schon, bevor er das dorsale Stück der Fissura parieto-occipitalis erreicht hat.

3) **Furchen des Hinterhauptslappens** (*Lobus occipitalis*). Der Hinterhauptslappen, als gemeinschaftliche hintere Verlängerung des Scheitel- und Schläfenlappens besitzt keine allseitig scharfe Abgrenzung gegen dieselben. Seine Gestalt ist die einer dreiseitigen Pyramide, deren Spitze sich nach hinten richtet. Diese abgerundete Spitze heisst Occipitalpol [Broca] oder Extremitas occipitalis [Pansch]; die Basis bewirkt den Zusammenhang mit dem Scheitel- und Schläfenlappen. Die drei dreiseitigen Seitenflächen sind die dorso-laterale, die mediale und ventrale (cerebellare, tentoriale, untere). Letztere ist leicht concav, erstere convex, die mediale plan. Die Kanten sind die dorsale und ventrale Mantelkante, sowie die laterale Kante.

Am schärfsten ist die Trennung von dem angrenzenden Lappen auf der medialen Fläche ausgesprochen. Es geschieht diess durch die Fissura parieto-occipitalis. Auf der dorso-lateralen Fläche wird das dorsale Stück der eben erwähnten Furche, sowie der Sulcus occipitalis transversus zur Lappentrennung benützt Von mehreren Autoren findet hiezu, statt des Sulcus occipitalis transversus, eine Furche Verwendung, welche Sulcus occipitalis anterior (Fig. 271 oa) bezeichnet wurde [Wernicke]. Sie wird von Manchen nicht als lappentrennende, sondern als eine dem Bereich des Lobus parietalis angehörige Furche aufgefasst. Vom Anthropoiden-Gehirn aus zu schliessen hat der Sulcus occipitalis transversus sicher die Bedeutung einer lappentrennenden Furche [Eberstaller]. Doch ist die Möglichkeit noch offen zu lassen, dass beide genannten Furchen zur Lappen-

trennung berechtigt sind. Man erhält nämlich gerade durch die Vergleichung des menschlichen mit dem Anthropoidengehirn den Eindruck, als habe sich der laterale Theil des Hinterhauptslappens des Menschen nach vorn hin erweitert und um das laterale Ende des Sulcus occipitalis transversus herum bis zum Sulcus occipitalis anterior ausgedehnt. Jener Sulcus occipitalis transversus aber ist jedenfalls mit Eberstaller als Homologon der von Gratiolet Scissure perpendiculaire externe genannten lappentrennenden Furche der Affen zu deuten und wird darum mit Recht Affenspalte genannt; ein Ausdruck, der auch schon für den Sulcus occipitalis anterior Verwendung gefunden hat.

An der lateralen Kante des Hinterhaupt-Schläfenlappens ist fast in der ventralen Verlängerung des Sulcus occipitalis anterior sehr häufig eine Kerbe (Incisura praeoccipitalis, Schwalbe) sichtbar (Fig. 271 i.po), welche dorsalwärts in jene Furche (Sulcus praeoccipitalis, Meynert) auslaufen kann. Auch sie kann von Jenen, welche den Sulcus occipitalis anterior zur Trennung benützen, zu gleichem Zweck verwendet werden.

Die ventrale Fläche des Hinterhauptslappens geht nach vorn ununterbrochen in den Schläfenlappen über. Für den Fall, als die Incisura praeoccipitalis und der Sulcus occipitalis anterior zur Abgrenzung benutzt werden, ist eine an der ventralen Fläche vorhandene Impression als Merkmal der ventralen Grenze angegeben worden, die Impressio petrosa, die, wie der Name sagt, vom Felsenbein ausgeht. Sie verläuft in der Richtung der Incisura praeoccipitalis.

Die intralobären Furchen des Hinterhauptslappens sind:

1) Die Fissura calcarina, auf der medialen Fläche gelegen (Fig. 273 ca). Sie beginnt hinter dem Splenium corporis callosi im Gebiet des Lobus falciformis, wendet sich darauf nach hinten und nimmt unter spitzem Winkel das ventrale Ende der Fissura parieto-occipitalis auf, die von ihr durch eine tiefliegende Uebergangswindung geschieden ist. Darauf setzt sie unter leichter Biegung, etwa 1 cm oberhalb der medialen Occipitalkante, ihren Weg bis zum Occipitalpol fort und verhält sich hier in verschiedener Weise. Entweder spaltet sie sich etwa $^1/_2$ cm vor dem Occipitalpol in zwei kurze, auseinanderweichende Zweige (auf- und absteigender Zweig), die beide auf der medialen Fläche gelegen sind; oder sie dringt mit oder ohne Spaltung noch auf die dorso-laterale Fläche über; oder sie hört schon auf der medialen Fläche auf, bevor die Spaltung eintritt, statt deren nunmehr eine selbständige vertikale Furche auftritt (Sulcus extremus, Schwalbe). Die Fissura calcarina dringt so tief ein, dass sie eine an der medialen Wand des Hinterhorns des Seitenventrikels gelege Erhabenheit hervorwölbt, den Calcar avis.

2) Der Sulcus occipito-temporalis s. collateralis, auf der ventralen Fläche gelegen und zugleich dem Schläfenlappen angehörig (Fig. 267). Sie beginnt an der ventralen Fläche des Occipitalpols näher der lateralen als der medialen Occipitalkante und verläuft unter mehrfachen Knickungen bis zum Schläfenpol. Sie kann in eine occipitale und temporale Furche zerfallen. Die occipitale Furche kann mit ihrem vorderen Ende auch mit der dritten Temporalfurche zusammenfliessen. Sie ist eine Primärfurche und besitzt bedeutende Tiefe. Der Boden des Hinterhorns des Seitenventrikels wird durch sie zur Eminentia collateralis Meckelii in verschiedener Stärke hervorgewölbt.

3) Zwei andere Furchen, der Sulcus occipitalis longitudinalis medius und inferior, von welchen der eine unterhalb der Mitte der dorsolateralen Fläche, der andere an der lateralen Occipitalkante gelegen ist, sind oft nicht deutlich ausgeprägt, am wenigsten die untere. Beide convergiren zum Occipitalpol hin, den sie fast erreichen (Fig. 271 o2).

4) **Furchen des Schläfenlappens.** Die Grenzfurchen des Schläfenlappens fanden bereits Erwähnung. Seine Flächen sind eine laterale, ventrale und dorsale, von welchen letztere die untere Wand der Fossa Sylvii bildet und Facies insularis s. Sylvii genannt werden kann. Ebenso lässt sich dem Stirn- und Scheitellappen je eine Facies insularis zutheilen, die eine Reihe kleiner Sulci besitzt. Von Kanten ist eine dorsale, laterale und mediale vorhanden.

Als intralobäre Furchen sind zu nennen:

1) die Sulci temporales superior, 2) medius und 3) inferior, Fig. 271 und 267, von welchen die beiden ersten an der lateralen, der letzte auf der ventralen Fläche liegt. Dieser ist constanter, als der medius. Weder der Sulcus temporalis medius noch der inferior erreichen den Temporalpol. Das hintere Ende des Sulcus temporalis inferior kann mit der Incisura praeoccipitalis zusammenfliessen. In ihrer Verlängerung nach hinten würde er auf die untere longitudinale Occipitalfurche treffen.

Der Sulcus temporalis superior, auch Parallelfurche genannt, ist eine Primärfurche, beginnt in der Nähe des Temporalpols und läuft dem hinteren Hauptast der Fissura Sylvii parallel nach hinten und etwas dorsalwärts. Ihr Ende erstreckt sich in der Regel über das Ende der Fissura Sylvii hinaus und umgreift es von hinten. Sie kann durch eine quere Windungsbrücke in zwei Abschnitte zerfallen. Zwischen den hinteren Enden des Ramus horizontalis fissurae Sylvii und des Sulcus temporalis superior pflegt eine kurze, den genannten hinteren Enden parallele Furche zu liegen, die den Namen Sulcus intermedius erhalten hat [Jensen].

4) Der Sulcus occipito-temporalis s. collateralis der ventralen Fläche wurde bereits erwähnt (S. 443) (Fig. 267, ot).

5) Die Sulci temporales transversi [Schwalbe], 1—4 Furchen, welche an der insularen Fläche des Schläfenlappens vorkommen und über ihre ganze Ausdehnung zerstreut sein können. Am tiefsten sind die der hinteren Hälfte (Fig. 269), links und rechts von der durch y bezeichneten Windung.

5) **Furchen des Sichellappens.** Am Sichellappen [Schwalbe] sind sechs Furchen auseinanderzuhalten; vier von ihnen sind Grenzfurchen, die beiden letzten intralobäre Furchen.

Grenzfurchen:

1) Sulcus calloso-marginalis, s. S. 437.

2) Sulcus subparietalis, s. S. 437.

3) Sulcus occipito-temporalis, s. S. 443.

4) Fissura chorioidea (grosse quere Hirnspalte von Bichat) (Fig. 268, f.ch). Sie stellt die innere Grenzfurche des Lobus falciformis dar.

Intralobäre Furchen:

5) Sulcus corporis callosi (Fig. 273, s.cc.). Er trennt den Gyrus cinguli vom Balken.

6) Fissura hippocampi (Fig. 268, f.h.). Sie zieht in der hinteren Verlängerung des Sulcus corporis callosi um das Splenium corporis callosi nach unten und vorn, und liegt hier zwischen dem Gyrus hippocampi und der Fascia dentata Tarini.

c) Windungen der Lappen.

Die Windungen des Stirnlappens.

1) Gyrus centralis anterior s. praecentralis, die vordere Centralwindung, (Fig. 271 und 272 A), begrenzt den Sulcus centralis von vorn und erstreckt sich von der Mantelkante bis zur Fissura Sylvii, ja über beide noch hinaus, so dass also zwischen einem dorsolateralen, medialen und Sylvi'schen Theil der Windung unterschieden werden muss. Der mediale Theil verbreitert sich in sagittaler Richtung, wird vorn vom Sulcus paracentralis, hinten vom aufsteigenden Ende des Sulcus callosomarginalis begrenzt und heisst für sich besonders Lobulus paracentralis. Nach vorn und hinten steht der Lobulus paracentralis, ebenso wie der angrenzende dorsolaterale Theil der vorderen Centralwindung selbst, einerseits mit dem Gyrus frontalis superior, anderseits mit dem Gyrus postcentralis in Verbindung. Der Sylvi'sche Theil der vorderen Centralwindung bildet ein Stück der dorsalen Wand der Fossa Sylvii und deckt einen Abschnitt der dorsalen Inselfläche. Nach vorn steht er wie der angrenzende dorsolaterale Theil selbst, mit dem Gyrus frontalis inferior, nach hinten mit dem Gyrus postcentralis in Verbindung. Der dorsolaterale Theil wird vorn von beiden Sulci praecentrales unvollständig und variabel begrenzt. Zwischen beiden Sulci praecentrales hängt er mit der mittleren Stirnwindung zusammen, an beiden Enden, wie bereits angegeben, mit der oberen und unteren Stirnwindung. Man nennt diese Verbindungen die Wurzeln der Stirnwindungen.

2) Gyrus frontalis superior s. primus (Fig. 271, 272). Man unterscheidet an ihm eine dorsale und mediale Fläche. Er wird vom Sulcus callosomarginalis, Sulcus paracentralis und Sulcus frontalis superior begrenzt und zeigt während seines Verlaufs zahlreiche Schlängelungen, streckenweise Verdoppelungen und Zusammenhänge mit der mittleren Stirnwindung. Am Stirnpol trifft er auf den Sulcus frontomarginalis und verschmälert sich mit seinem Vorderende bedeutend.

3) Gyrus frontalis medius s. secundus. Die mittlere Stirnwindung liegt zwischen oberer und unterer Stirnfurche, zeigt wie die erste, mehr oder weniger zahlreiche tertiäre Furchen und trifft mit ihrem vorderen Ende ebenfalls auf den Sulcus frontomarginalis. Sie erscheint sehr häufig mehr wie eine Gruppe kurzer transversal gestellter Windungen, die an ihrem Ende in einander umbiegen [Bischoff], denn als eine Längswindung.

4) Gyrus frontalis inferior s. tertius (Fig. 271, 273). Die dritte Stirnwindung liegt zwischen dem Sulcus frontalis inferior, dem Ramus anterior, ascendens und dem vorderen Drittel des Ramus horizontalis fissurae Sylvii. Ihr hinteres, zwischen dem Sulcus praecentralis inferior und Ramus ascendens fissurae Sylvii gelegenes Stück (Fig. 271 a), heisst auch Pars opercularis der dritten Stirnwindung; das zwischen dem Ramus ascendens und Ramus anterior gelegene Stück: Pars triangularis. Um das vordere Ende des Ramus anterior herum setzt sie sich in eine Orbitalwindung des Stirnlappens fort, welche auch Pars

orbitalis der dritten Stirnwindung genannt wird. Die Pars opercularis scheint zum Sprachvermögen in einer bestimmten Beziehung zu stehen (Broca).

Damit sind wir bereits auf die orbitale Fläche des Stirnlappens gelangt, deren Windungen meist als Fortsetzungen der dorsalen Windungen betrachtet werden. Beschränkt man sich auf das menschliche Gehirn, so können in der That Anhaltspunkte gewonnen werden, welche dieser einfachen Betrachtungsweise das Wort reden. Die medianwärts vom Sulcus olfactorius gelegene Windung, Gyrus rectus (Fig. 267), betrachtet man hiernach als orbitale Fortsetzung des Gyrus frontalis superior; die zwischem dem Sulcus olfactorius und dem sogenannten Sulcus orbitalis gelegene breite Windung oder Windungsgruppe als Orbitalstück des Gyrus frontalis medius; die zwischen dem Sulcus orbitalis und dem Sulcus praeinsularis gelegene Windung als Pars orbitalis des Gyrus frontalis inferior. Bei einer Berücksichtigung des Gehirns der Anthropoiden jedoch, die nicht ausser Acht gelassen werden dürfen, macht sich diese Eintheilung als eine äusserst gezwungene geltend und ist nicht aufrecht zu halten*).

Der Sulcus orbitalis des Menschen besteht, wie oben (S. 441) auseinandergesetzt wurde, aus zwei Längsfurchen, die durch eine oder zwei Querfurchen miteinander verbunden zu sein pflegen. Die Querfurchen gehören jedoch nicht zur typischen Anordnung. Wir erhalten demgemäss drei orbitale Windungen (Fig. 275) folgender Art:

5) Gyrus rectus s. orbitalis medialis zwischen Sulcus olfactorius und Sulcus supraorbitalis der medialen Fläche.

6) Gyrus orbitalis intermedius zwischen Sulcus olfactorius und Sulcus intermedius.

7) Gyrus orbitalis lateralis zwischen Sulcus orbitalis intermedius und Sulcus orbitalis lateralis. Dieser Gyrus, welcher sich vom Sulcus praeinsularis in Längsrichtung nach vorn erstreckt, kann durch eine Quer- und Längsfurche in neue Unterabtheilungen zersplittert werden (in ein vorderes und ein hinteres, oder in zwei vordere und zwei hintere Stücke). Vorn reichen alle orbitale Gyri bis zur Frontomarginalfurche und überschreiten demgemäss in der Regel die Orbitalkante. Mit Rücksicht auf das Anthropoidengehirn dürfte es sich aber empfehlen, die dorsalwärts und orbitalwärts die Frontomarginalfurche umsäumende Rindenzone als Gyrus frontomarginalis superior und inferior von den Nachbartheilen anszuscheiden. Die obere und mittlere Stirnwindung würden demgemäss in den Gyrus frontomarginalis superior, die untere Stirnwindung und die orbitalen Windungen in den Gyrus frontomarginalis inferior übergehen (Fig. 276, vom Orang).

Bei kräftiger Bogenbildung durch eine Querfurche und durch die hinteren Arme des Sulcus orbitalis intermedius und lateralis kann von den Orbitalwindungen ein hinteres Querstück als Gyrus praesylvius abgetrennt werden (Fig. 275).

8) Unsere dritte Stirnwindung besteht, wie oben bemerkt, aus einer Pars opercularis und triangularis; hiezu kommt, auch nach unserer Auffassung, ein dritter Theil, die Pars orbitalis. Diese aber ist sehr klein und liegt zwischen dem Ramus anterior fissurae Sylvii und dem hinteren Längsarm des Sulcus orbitalis lateralis (Fig. 275, o).

---

*) S. hierüber meine Abhandlung: Das Gehirn der Anthropoiden.

Fig. 276.

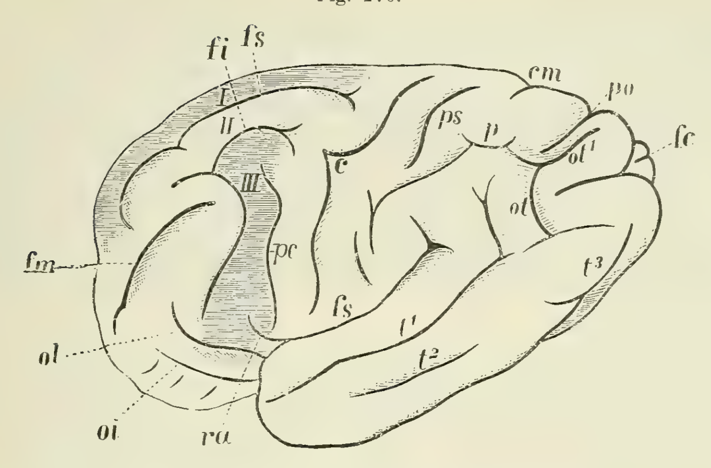


Fig. 276. Laterale Fläche der linken Grosshirn-Hemisphäre eines Orang (aus der Sammlung des zoologischen Institutes zu Leipzig).

fm, Sulcus frontomarginalis; ol, Sulcus orbitalis lateralis; oi, Sulcus orbitalis intermedius; ra, Ramus anterior Fissurae Sylvii; fs, Fissura Sylvii; t^1, Sulcus temporalis superior; t^2, Sulcus temporalis medius; t^3, hinteres Ende des Sulcus temporalis tertius; fs, Sulcus frontalis superior; fi, Sulcus frontalis inferior; pc, Sulcus praeventralis inferior; c, Sulcus centralis; ps, Sulcus praecentralis superior; p, Sulcus parietalis; ot—ot^1, Sulcus occipitalis transversus s. anterior (Affenspalte); cm, dorsaler Einschnitt des Sulcus callosomarginalis; po, Sulcus parieto-occipitalis; fc, Endstück der Fissura calcarina. I, Gyrus frontalis superior; II, Gyrus frontalis medius; III, Gyrus frontalis inferior s. tertius.

Wollte man drei orbitale Gyri nach früherer Anschauungsweise festhalten, so wäre der mittlere orbitale Gyrus ein Feld, welches sich vom Sulcus olfactorius bis zum Sulcus orbitalis lateralis in querer Richtung erstrecken müsste. Dieses kann sich dorsalwärts immer noch zur zweiten Stirnwindung verfolgen lassen, deren dorsales Stück durch den Sulcus frontomarginalis entweder theilweise begrenzt oder theilweise durchschnitten würde. Uebrigens liegt keinerlei Nothwendigkeit vor, am Orbitaltheil des Stirnlappens nur drei Windungen anzunehmen; und wäre dies in Hinsicht auf die drei Stirnwindungen erwünscht, so läge immer noch die Möglichkeit vor, den Sulcus olfactorius als Grenzfurche für Windungen fallen zu lassen.

Die Windungen des Scheitellappens.

Der Scheitellappen hat nur drei Windungen, eine transversale, die hintere Centralwindung, und zwei sagittale, die obere und untere Scheitelwindung. Die obere Scheitelwindung greift auf die mediale Hemisphärenwand über und erhält hierselbst ihr Gebiet den Namen Praecuneus, Vorzwickel.

1) Gyrus centralis posterior s. postcentralis s. retrocentralis (Fig. 272 B). Diese Windung läuft der vorderen Centralwindung parallel und ist von ihr durch den Sulcus centralis getrennt. Von den hinteren Theilen des Scheitellappens wird sie durch den Sulcus postcentralis superior und inferior unvollständig geschieden. Im Gebiet des Operculum hängt sie mit der vorderen Centralwindung und der unteren Scheitelwindung zusammen. Ebenso verbindet sie sich im Gebiet der Mantelkante mit der vorderen Centralwindung und der oberen Scheitelwindung. Eine zweite Verbindung mit der oberen Scheitelwindung ist zwischen dem Sulcus postcentralis superior und inferior vorhanden, wenn letztere von einander getrennt sind.

2) Gyrus parietalis superior s. primus (Fig. 272 P[1]). Der dorsale Theil der oberen Scheitelwindung, Lobulus parietalis superior, grenzt nach vorn an die hintere Centralwindung und den Sulcus postcentralis superior, lateralwärts an den Sulcus parietalis; hinten trifft sie auf das dorsale Stück der Fissura parieto-occipitalis und windet sich um deren laterales Ende zum Occipitallappen. Der dorsale Theil kann durch kleine tertiäre Furchen in verschiedener Weise zerlegt sein. Der mediale Theil, Praecuneus, Vorzwickel (Fig. 273, PC), ist vorn durch das aufsteigende Stück des Sulcus colloso-marginalis, hinten durch die Fissura parieto-occipitalis, ventralwärts durch den Sulcus subparietalis begrenzt. Dorsalwärts zieht er sich über die Mantelkante hinweg zum dorsalen Theil über.

3) Gyrus parietalis inferior s. secundus (Fig. 271). Die untere Scheitelwindung, Lobulus parietalis inferior, geht vom unteren Ende der hinteren Centralwindung aus, läuft zwischen dem Sulcus postcentralis inferior, dem hinteren Ende der Fissura Sylvii und dem Sulcus intermedius (als Gyrus supramarginalis, Gratiolet und Ecker), wird dorsalwärts darauf vom Sulcus parietalis, vorn vom Sulcus intermedius begrenzt, und windet sich um das Endstück des Sulcus temporalis, hinten durch den Sulcus occipitalis transversus vom benachbarten Gebiete geschieden (als Gyrus angularis, Huxley und Ecker). Wie der Gyrus supramarginalis das hintere Ende der Fissura Sylvii, so umsäumt hienach der Gyrus angularis das hintere Ende des Sulcus temporalis superior. Ventralwärts hängen sie mit der oberen und mittleren Schläfenwindung, hinten auch mit dem Hinterhauptslappen zusammen.

Die Windungen des Hinterhauptslappens.

Der Hinterhauptslappen umgreift in der Regel mit seinem vorderen dorsalen Theil den Sulcus occipitalis transversus von beiden Seiten, so dass seine vorderen Seitenränder über diesem Sulcus nach vorn zusammenschlagen. Der mediale Rand reicht nach vorn bis zum dorsalen Stück der Fissura parieto-occipitalis, der laterale Rand dagegen bis zum Sulcus occipitalis transversus. So verhält es sich der einen Anschauung zufolge. Nach einer anderen (s. oben S. 442) bildet der Sulcus praeoccipitalis die vordere Grenze des Occipitallappens; was vor ihm liegt, gehört zum Scheitellappen. Dem entsprechend verhält es sich auch mit der Eintheilung in Windungen etwas verschieden. Wir lassen diese Frage offen und haben mit den Meisten auf der dorsolateralen Fläche des Occipitallappens drei Gyri zu unterscheiden, den Gyrus occipitalis superior, medius und inferior (Fig. 269, 271 und 273).

1) Gyrus occipitalis superior s. primus. Die obere Hinterhauptswindung (Fig. 271, O[1]) liegt zwischen dem Sulcus parietalis, occipitalis transversus und dorsalem Stück der Fissura parieto-occipitalis, zieht längs der Mantelkante gegen den Occipitalpol und tritt über die Mantelkante hinweg auf die mediale Lappenfläche über, wo wir ihr als Cuneus wieder begegnen. Lateralwärts hängt die obere Hinterhauptswindung mit einer Uebergangswindung aus dem oberen Scheitelläppchen, sodann mit der mittleren und unteren Hinterhauptswindung zusammen. Die mediale Fläche der längs der Mantelkante vereinigten drei dorsalen Hinterhauptswindungen, der Cuneus, Keil, stellt ein dreiseitiges Rindengebiet dar, dessen längste, etwas gebogene oder geknickte, ventrale Seite

von der Fissura calcarina begrenzt wird, während die kürzeste, vordere Seite an die Fissura parieto-occipitalis herantritt. Die dorsale Seite ist durch die occipitale Mantelkante gegeben. Von der vorderen Wand des Cuneus erstreckt sich eine in der Tiefe liegende Uebergangswindung der Fissura parieto-occipitalis zum Praecuneus, eine zweite zum Endstück des Gyrus cinguli.

2) Gyrus occipitalis medius s. secundus. Die mittlere Hinterhauptswindung (Fig. 271 O^2) liegt hinter dem Sulcus occipitalis transversus, zieht um dessen laterales Ende herum nach oben und verbindet sich mit dem unteren Scheitelläppchen. Medianwärts erfolgt die schon erwähnte Verbindung mit der ersten Hinterhauptswindung.

3) Gyrus occipitalis inferior s. tertius. Die dritte Hinterhauptswindung (Fig. 271 O^3) liegt unmittelbar hinter der vorher genannten, steht lateralwärts mit der zweiten und dritten Schläfenwindung, medianwärts mit dem Gyrus descendens in Verbindung.

4) Als Gyrus descendens beschrieb Ecker eine vertikal stehende **C**förmige Windung, welche das occipitale Ende der gabelig gespaltenen Fissura calcarina umzieht. Im Gyrus descendens münden alle drei vorhergenannten Gyri sowie der Cuneus mit ihren hinteren Enden.

5) Gyrus occipito-temporalis, Lobulus fusiformis [Huschke]. Das Spindelläppchen (Fig. 267 OT) verläuft an der ventralen Fläche des Hinterhauptslappens vom Occipitalpol nach vorn bis zur Spitze des Schläfenlappens. Seine mediale Begrenzung übernimmt der Sulcus occipito-temporalis s. collateralis, seine laterale der Sulcus temporalis inferior. Er gehört nur mit seiner hinteren Abtheilung dem Hinterhauptslappen an.

6) Gyrus lingualis, Lobulus lingualis [Huschke] (Fig. 267, 273 O^4). Das Zungenläppchen ist dorsal von der Fissura calcarina, ventral vom Sulcus collateralis begrenzt, beginnt breit am Occipitalpol, verbreitert sich darauf und endet verschmälert im Gyrus hippocampi. Das Zungenläppchen liegt mit seinem grösseren Theil auf der ventralen Occipitalfläche und erstreckt sich mit einem schmalen Streifen noch auf die mediale Fläche hinauf.

Die Windungen des Schläfenlappens.

Die Windungen des Schläfenlappens stehen an ihren hinteren Enden mit den benachbarten parietalen und occipitalen Windungen in unmittelbarem Zusammenhang. Es sind vier Windungen zu unterscheiden.

1) Gyrus temporalis superior s. primus. Die obere oder erste Schläfenwindung (Fig. 271 T^1) verläuft von der Spitze des Schläfenlappens bis zum Ende des Ramus posterior fissurae Sylvii, wo sie in das untere Scheitelläppchen (Gyrus supramarginalis und angularis) sich fortsetzt. Dorsalwärts ist sie von der Fissura Sylvii, ventralwärts vom Sulcus temporalis superior begrenzt.

Die Sylvi'sche Fläche der oberen Schläfenwindung (s. S. 444) zeigt in ihrer vorderen Fläche nur schwach ausgeprägte, in ihrer hinteren Hälfte dagegen zwei bis drei, seltener vier deutliche Gyri temporalis transversi [Heschl]. Der vordere, Gyrus temporalis transversus anterior ist constant vorhanden, die hinteren sind variabel. Die obere Schläfenwindung geht bei männlichen Gehirnen

linkerseits häufig direkt in die vordere quere Schläfenwindung über. Rechterseits, beiderseits und am weiblichen Gehirn ist dieser Uebergang sehr selten [Heschl].

2) Gyrus temporalis medius s. secundus (Fig. 271 T^2). Die mittlere Schläfenwindung ist von der oberen und (selten gut ausgebildeten) mittleren Schläfenfurche eingeschlossen, mündet vorn in den Schläfenpol und geht rückwärts in den Gyrus angularis, sowie in die obere und mittlere Hinterhauptswindung über.

3) Gyrus temporalis inferior s. tertius (Fig. 271 T^3). Die untere oder dritte Schläfenwindung ist gegen die vorige meist schwer, vom Gyrus fusiformis in der Regel leichter abzugrenzen. Sie wird von der lateralen Temporalkante durchlaufen, mündet vorn in den Schläfenpol und hängt hinten (oft nur durch eine Tiefenwindung) mit der unteren Hinterhauptswindung zusammen.

4) Gyrus occipito-temporalis s. fusiformis. Siehe S. 449.

Die Windungen des Sichellappens.

Broca hatte mit dem Namen Grand lobe limbique jenen Theil des Hirnmantels als einen neuen Lappen ausgeschieden, welcher durch den Gyrus cinguli [Burdach], den Gyrus hippocampi und den Lobus olfactorius dargestellt wird. Schwalbe erweiterte die Ausdehnung dieses Lappens zweckmässig in der Richtung nach innen, geleitet von embryologischen Ueberlegungen; den Lobus olfactorius dagegen lässt er als besonderen Lappen bestehen und nennt Sichellappen jenen Hirnabschnitt, welcher den Gyrus cinguli und hippocampi (zusammen den Gyrus fornicatus bildend), sowie die an Stelle des embryonalen Randbogens entstehenden Theile, beziehungsweise die Reste desselben, umschliesst. Als solche sind zu nennen die Lamina septi pellucidi, die Fascia dentata Tarini, das Gewölbe. Es empfiehlt sich diese Eintheilung nicht allein aus vergleichend anatomischen und embryologischen, sondern auch aus praktischen Gründen. Denn es haben die genannten, doch ebenfalls zum Mantel des Grosshirns gehörigen Theile dadurch nunmehr ebenfalls ihre Stelle gefunden. Aus denselben Gründen ist hier das Cornu Ammonis beigefügt worden.

Die Windungen des Sichellappens bestehen aus zwei concentrischen Zügen, einem äusseren und inneren, die vorn unten offen sind und in einander übergehen. Jeder dieser Züge zerfällt wieder in einen oberen (vorderen) und unteren (hinteren) Theil (Fig. 268).

Der äussere Zug wird durch den Gyrus fornicatus dargestellt, der in den Gyrus cinguli und hippocampi zerfällt; der innere Zug, Gyrus marginalis internus, besteht aus den bereits genannten Theilen, Septum pellucidum, Gewölbe, Fascia dentata.

1) Gyrus cinguli, Zwingenwindung (Fig. 268 ci). Die Windung geht von der Lamina cinerea terminalis durch Umbiegung aus der medialen Fläche der ersten Stirnwindung hervor, umkreist Knie, Körper und Wulst des Balkens, hängt in letzterer Gegend mit dem Praecuneus einfach oder doppelt zusammen, und geht unter dem Balkenwulst in ihren schmalsten Theil, den Isthmus Gyri fornicati über. Der Isthmus nimmt den versteckten Gyrus cunei auf (s. S. 448), sowie das vordere schmale Ende des Lobulus lingualis.

2) Gyrus hippocampi (Fig. 268 H) geht unter ansehnlicher Verbreiterung aus dem Isthmus Gyri fornicati hervor. Seine Oberfläche ist nicht rein grau,

sondern von einer netzförmig ausgebreiteten Lage weisser Substanz überzogen, der Substantia reticularis alba [Arnold], die aus dem über den Seitentheilen des Balkenkörpers gelegenen Cingulum stammt (s. S. 477).

3) Lamina septi pellucidi (Fig. 268 s). Sie stellt eine dünne Platte dar, welche in dem von dem Balkenknie und den Säulen des Fornix gebildeten Rahmen ausgespannt ist. Die Lamina septi pellucidi der einen Hemisphäre liegt derjenigen der andern nahe an; die Platten beider Seiten machen das Septum pellucidum des Grosshirns aus. Die Ränder verwachsen selbst miteinander, wie bereits früher kurz bemerkt. Im Uebrigen bleibt zwischen beiden gewöhnlich ein schmaler, Lymphe enthaltender Raum, der Ventriculus septi pellucidi.

4) Columna, Corpus und Crura fornicis, Cornu Ammonis. Das Gewölbe besteht aus einem verborgenen und einem freien Theil und stellt ein eigenthümliches paariges Längsfasersystem dar. Der verborgene Theil (Radix columnae fornicis) liegt im Boden des dritten Ventrikels und lässt sich bis zum Corpus mamillare derselben Seite verfolgen. Dicht bei und hinter der vorderen Commissur beginnt der freie Theil des Gewölbes, steigt als Columna fornicis vom Boden des dritten Ventrikels in die Höhe, begrenzt das Foramen Monroi von vorn und durchzieht endlich gewölbeförmig in einem nach unten-vorn offenen Bogen die ganze Länge des concaven inneren Randes der medialen Hemisphärenfläche bis zum Ende des Schläfenlappens (s. Fig. 268 u. 277). In der vorderen und hinteren Abtheilung ihres Verlaufes sind die Gewölbe beider Hemisphären von einander getrennt. Im mittleren Theil aber legen sie sich an der ventralen Balkenfläche innig aneinander und heissen hier Corpus fornicis. Der vordere freie Theil jedes Gewölbes wurde Columna genannt; die nach hinten divergirenden Theile heissen Crura s. Crura posteriora fornicis, Gewölbeschenkel. Letztere biegen

Fig. 277.

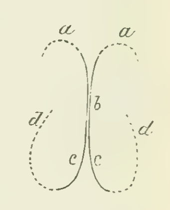


Fig. 277. Schematische Darstellung der Anordnung des Fornix.
a, a, die columnae fornicis. b, der Körper des fornix. c, c, die crura fornicis. d. d, die fimbriae. Die punktirten Linien heben die in einer tieferen Ebene als b gelegenen Theile hervor.

hinter dem Pulvinar thalami in das Unterhorn des Seitenventrikels um, gehen zum Theil in das Ammonshorn über, zum Theil werden sie zu einem Saume (Fimbria), der das Unterhorn bis zum Haken (u) begleitet. Das Cornu Ammonis selbst zum Sichellappen zu nehmen, liegt alle Ursache vor. Es ist nichts anderes als eine modificirte Windung, wie die Fascia dentata Tarini, steht gleich dieser im Zusammenhang mit dem embryonalen Randbogen und stellt einen Uebergangstheil des Randbogens zur übrigen Hirnrinde (Schläfenlappen) dar. Hiezu kommt, dass der Randbogen an der Entwicklung des Cornu Ammonis mindestens betheiligt ist. Ueber das Cornu Ammonis wird der Abschnitt „Ventriculus lateralis" das Genauere bringen.

Der Körper des Fornix liegt auf der den Ventriculus tertius und die dorsale Fläche des Thalamus deckenden Tela chorioidea superior, und erstreckt sich auf letzterer lateralwärts bis zum Sulcus chorioideus des Thalamus (s. S. 425). Das Gewölbe selbst ist durch seine Säulen mit dem Septum pellucidum, durch seinen Körper und seine Schenkel mit dem Balken verbunden, der diese Theile dorsalwärts deckt. Die Vereinigung des

Gewölbes mit dem Balken ist am Anfang des Körpers am innigsten. Die auseinanderweichenden Gewölbeschenkel umschreiten mit dem ungerollten Theil des Balkenwulstes ein gleichschenkeliges Dreieck, dessen Spitze nach vorn gerichtet ist. Zwischen den seitlich begrenzenden Fornixschenkeln ist die transversale Faserung des Balkens sichtbar, und so ergab sich Veranlassung zur Aufstellung einer Lyra Davidis (Psalterium, Leier).

Die aufsteigenden Säulen des Gewölbes sind leicht comprimirte Stränge, der Körper dagegen ist bereits eine deprimirte Platte, in zunehmendem Grade die Schenkel mit den Fimbriae. Die Gesammtlänge des freien Gewölbes von den Säulen bis zum fimbrialen Ende beträgt 8,5 — 9 cm.

Was die Wurzeln des Fornix betrifft, so verbirgt sich die aufsteigende, die zu den Säulen wird (Radix ascendens fornicis), wie schon erwähnt, in der grauen Wand des Ventriculus tertius (Fig. 226 f), neben dem unteren medialen Rand des Thalamus und lässt sich bis zum grauen Kern des Corpus mamillare verfolgen [Gudden, Forel].

Von dem Tuberculum anterius des Sehhügels steigt die Radix descendens (Vicq d'Azyr'sches Bündel) herab, wendet sich nach vorn, kreuzt sich mit der aufsteigenden Wurzel, indem sie dieselbe medianwärts überlagert und taucht dabei von vornher in das Corpus mamillare der gleichen Seite hinab. Beide Wurzeln lassen sich aus der grauen Substanz an vorbereiteten Gehirnen unschwer herausschälen. Natürlich bedarf es zu feineren Ermittelungen der Verfolgung mit der Schnittmethode (Fig. 261).

5) Fascia dentata Tarini s. Gyrus dentatus. Dieses eigenthümliche Gebilde stellt ein zwischen Fimbria und Gyrus hippocampi eingefalztes graues Blatt mit grossentheils gekerbtem freiem Rande dar, welches demnach von der Fissura hippocampi aus leicht zugänglich ist. Sein dorsales, dem Balkenwulst aufliegendes Ende ist ungekerbt und heisst Fasciola cinerea. Auf die ventrale Seite des Balkenwulstes gelangt, kann hierselbst der Gyrus dentatus zu einer breiteren Platte anschwellen, die gefurcht ist und öfter selbst secundäre Furchen trägt. So verhält es sich bei einigen Säugethieren (z. B. beim Schafe) in der Norm.

6) Gyrus uncinatus, Hakenwindung (Fig. 268, u). Die Hakenwindung ist der bogenförmige Uebergang des Gyrus fornicatus in die Fimbria und Fascia dentata. Der äussere Zug des Sichellappens geht hier unter plötzlicher Umbiegung (Haken, Uncus, vorderer Haken) in den inneren Zug über.

Verschiedenheiten der Furchen und Windungen nach der Körperhälfte, dem Individuum, dem Alter, Schädel, der Rasse, dem Geschlecht und der Erziehung.

Wie das ganze Gehirn und seine einzelnen grossen Abtheilungen in Form, Grösse, Gewicht Verschiedenheiten zeigt, die von besonderen Umständen bedingt werden (s. oben S. 346), so ist es auch der Fall mit den Furchen und Windungen. Denn letztere sind ja nichts anderes, als kleinere Abtheilungen des Gehirns selbst. Sie zeigen Verschiedenheiten mannigfaltiger Art nach Individuum, Alter, Schädelform, Rasse, Geschlecht, Körperhälfte.

1) Vergleichung der Windungen beider Hemisphären. Zuerst ist zu bemerken, dass die Anordnung der Furchen und Windungen auf beiden

Hemisphären eines und desselben Gehirns nur sehr selten vollständig symmetrisch gefunden wird. Die Abweichungen auf beiden Seiten können sogar sehr beträchtlich sein. Eine genaue symmetrische Anordnung hat man sogar als ein schädliches Moment und als disponirend zu Geisteskrankheiten zu betrachten Ursache gehabt.

2) Individuelle Verschiedenheiten der Furchen und Windungen. Es wurde bereits erwähnt, dass der Reichthum an secundären und besonders an tertiären Windungen individuell sehr verschieden sei. Dies ist schon bei gleichgrossen Gehirnen der Fall und kann bei grösseren sich noch wesentlich steigern.

Die wichtigsten individuellen Variationen wurden bereits im Vorausgehenden hervorgehoben. Im Allgemeinen ist noch hinzuzufügen, dass die Fissuren zwar constant vorkommen, dennoch aber selbst bei ihnen Verschiedenheiten in Richtung, Länge und Tiefe gefunden werden. Was die Primärfurchen betrifft, so können von ihnen einzelne sogar fehlen. Sernoff stellte an 100 Gehirnen, die auf die Constanz der Furchen untersucht wurden, fest, dass der Sulcus frontalis superior und inferior, ebenso der Sulcus parietalis zwar in der Mehrzahl der Fälle, aber nicht constant vorkommen. Der Sulcus centralis, praecentralis inferior, temporalis superior, occipito-temporalis, calloso-marginalis und olfactorius fehlten in keinem Falle. Was den Sulcus olfactorius betrifft, so ist sein Vorkommen eben durch die Constanz des Riechlappens bedingt, und es ist sehr fraglich, ob er bei mangelndem Riechlappen zur Ausbildung käme. Er kann, da besondere Verhältnisse bei seiner Entstehung mitwirken, nicht unmittelbar mit den übrigen verglichen werden. In der Mehrzahl der Fälle fand Sernoff ausser den genannten noch den Sulcus praecentralis superior, postcentralis, temporalis inferior und orbitalis entwickelt.

Nachdem schon Pansch auf Grundlage der Entwicklungsgeschichte der Furchen und Windungen, und zwar auf Grundlage der im sechsten Fötalmonat erscheinenden primären Furchen, das Gebiet der Hemisphäre in zwölf kleinere Abtheilungen zerlegt hatte, die er als Primärwülste oder Lobuli bezeichnete, schlug Eberstaller ebenfalls den entwicklungsgeschichtlichen Weg ein, wesentlich mit dem Ziele, die Variationstendenz der Hemisphären aufzuhellen. Er bezeichnet es als einen Fehler, zu sehr zu schematisiren, hebt die Nothwendigkeit hervor, die Tiefenwindungen gehörig zu berücksichtigen, welche die Ornamentik der Gehirnoberfläche wesentlich beeinflussen. Wo Tiefenwindungen vorkommen, zeigen sie an, dass eine bei oberflächlicher Betrachtung einheitliche Furche aus ebenso vielen Furchentheilstücken hervorgegangen ist, als sie Tiefenwindungen birgt, oder auch, dass benachbarte Furchen hier irregulärer Weise zusammengeflossen sind. Die Kenntniss der Stellen, wo Tiefenwindungen in relativer Mehrzahl der Fälle vorkommen, vermag uns hiernach einen wichtigen Schlüssel abzugeben für das Verständniss der innerhalb physiologischer Grenzen vorkommenden Variationen. Ein Schema der Grosshirnwindungen darf also, soll es brauchbar sein, der Angabe dieser Stellen nicht entbehren.

Ein solches Schema gibt Eberstaller in Figur 274 (s. oben S. 440), zu deren Erklärung kaum bemerkt zu werden braucht, dass die punktirten Stellen diejenigen der Uebergangswindungen bezeichnen.

Treten Tiefenwindungen an die Oberfläche, so fixiren sie die Thatsache der fötalen Anlage einer Furche aus mehreren Theilstücken. Das Oberflächlichwerden ist also nicht als ein activer Vorgang aufzufassen, sondern im Gegentheil als das Ergebniss des nicht völligen Zusammentreffens von in der ersten Anlage schon getrennten Furchentheilstücken. Schon hiedurch können mannigfaltige individuelle Variationen hervorgerufen werden. Sie werden noch verwickelter, wenn ein irreguläres Zusammenfliessen sonst getrennter Furchen stattfindet. So kann die Pars ascendens der ersten Schläfenfurche mit der Pars horizontalis unvereinigt bleiben, dagegen mit der Parietalspalte zusammenfliessen. Ebenso kann der hintere Endast der Sylvi'schen Fissur losgetrennt sein, um mit der Parietalfurche zusammenzufliessen u. s. w.

Was den physiologischen Werth der Uebergangswindungen betrifft, so könnte man von denjenigen, die im Verlauf einer normalen Furche vorkommen und oberflächlich bleiben, glauben, sie stellten eine Art Hemmungsbildung, ein Zurückbleiben auf niederer Stufe dar. So wird es sich auch in der That verhalten, in Fällen, in welchen eine zusammengesetzte Furche einfach unterbrochen wird. In der Regel aber verlaufen die Uebergangswindungen mehr oder weniger stark geschlängelt und sind als Erzeugniss eines gesteigerten Wachsthums aufzufassen, welches die Enden der Theilstücke nebeneinander vorbeiführte: statt sie ineinander münden zu lassen, sind sie übereinander hinausgelangt. So sind sie betheiligt bei der Ausbildung des Windungsreichthums. Da die Primärfurchen vorherrschend sagittal verlaufen, werden die sie unterbrechenden geschlängelten Uebergangswindungen dazu beitragen müssen, dem Gehirn einen mehr transversalen Typus der Windungen zu verleihen. So kann gerade der Mangel an Tiefenwindungen und der vorherrschend sagittale Windungstypus als der inferiore gegenüber dem andern erscheinen, und kann umgekehrt die Zersprengung der typischen Furchen unter Umständen ein Zeichen weiterer Entwicklung sein.

Was die Figur 274 betrifft, so ist eine Vergleichung derselben mit den im entwicklungsgeschichtlichen Abschnitt von den Furchen und Windungen des fötalen Gehirns gegebenen zu empfehlen.

3) Einfluss des Alters. Die Entwicklung der Fissuren und primären Furchen vollzieht sich schon innerhalb des intrauterinen Lebens. Die Entwicklung der secundären und tertiären Furchen ist dagegen mit der Geburt noch nicht abgeschlossen, sondern dauert noch einige Zeit nach derselben (nach Sernoff nur einen Monat) fort. Engel stellte fest, dass auffallend breite Gyri besonders in der Blüthe der Jahre (bei Männern) vorkommen, bei jüngeren und älteren Personen aber fehlen. Die Stellung des Sulcus centralis erfährt im Laufe des Wachsthums eine Aenderung [Hamy], indem diese Furche bei Kindern schiefer gestellt ist als bei Erwachsenen: der nach vorn offene Winkel, welchen sie mit der Medianlinie bildet, nimmt von 52 bis 70 Grad zu. Hieran ist die stärkere Ausbildung der dritten Stirnwindung beim Erwachsenen betheiligt.

4) Einfluss der Schädelform. Das dolichocephale Gehirn zeichnet sich durch überwiegend longitudinale Ausbildung der Windungen, das brachycephale durch die Neigung zur Bildung transversaler Windungen aus. Die typischen sagittalen Windungen entwickeln zahlreiche quere Seitenbrücken

(s. unter Nr. 2), die schräg gestellten werden der transversalen Stellung genähert. Dies gilt besonders von den Centralwindungen und Scheitelwindungen.

5) Einfluss der Rasse. Die typischen Furchen und Windungen kehren bei den Gehirnen aller Rassen wieder, was Tiedemann zuerst am Gehirn des Negers und Buschmanns nachwies. Neuere Untersuchungen an Negergehirnen weisen nach, dass im Windungscharakter sich eine grössere Einfachheit ausspreche, als beim Weissen. In 9 von 13 Fällen war die Insel nicht ganz bedeckt. In einem Falle lag die sonst versteckte Zwickelwindung oberflächlich, wie bei den Affen.

6) Einfluss des Geschlechts. Nach Huschke's und Wagner's Beobachtungen hat der Stirnlappen im männlichen Geschlecht eine bedeutendere Entwicklung, als im weiblichen. In der neueren Zeit ist besonders Rüdinger zu dem gleichen Ergebniss gelangt. Er findet, dass schon im siebenten oder achten Monat des fötalen Lebens derartige Geschlechtsverschiedenheiten bestehen. Beim männlichen Fötus ist der Stirnlappen massiger entwickelt und früher mit secundären Windungen versehen. Auch dem Scheitellappen des Mannes kommt nach den Beobachtungen desselben Autors eine bevorzugte Ausbildung zu, was nicht sowohl in Hinsicht auf geistige Ueberlegenheit, als in Hinsicht auf die somatischen Functionen des Gehirns (s. den Abschnitt „Leitungsbahnen“) sehr wohl verständlich wäre.

7) Einfluss der Erziehung. Ausgehend von dem Satze, dass ein Organ, welches stärker functionirt und besser geübt wird, eine ansehnlichere Entwicklung erfährt, werden wir den Satz nicht unannehmbar finden können, dass das Gehirn und seine Windungen durch Erziehung und Unterricht in seiner Entfaltung individuell beeinflusst werden. Neuerdings ist besonders Rüdinger für die Richtigkeit dieses Satzes eingetreten, der sich objectiv allerdings schwer nachweisen lässt.

Craniale Lage der Windungen.

Um die gegenseitigen Lageverhältnisse bestimmter Punkte oder Linien auf der äusseren Oberfläche des Schädels oder Kopfes und der Hauptfurchen der Gehirnoberfläche zu ermitteln, trieb Broca an geeigneten Stellen Stifte oder Nadeln von 2—3 cm Länge durch die Nähte und die Dura in das Gehirn, und untersuchte darauf die Abstände der die Nahtlinien veranschaulichenden Stifte von den wichtigsten Nachbarfurchen. Nach Broca und Ecker sind zu diesem Zweck 6 Stifte ausreichend.

Eine zweite Methode, die graphische, wendete Turner an: Er theilte die Oberfläche jeder Schädelhälfte in fünf Regionen (präcoronale, postcoronale, postparietale, postlambdoidale und squamoso-sphenoidale), entfernte den bedeckenden Knochen jeder Region für sich, zeichnete das Bild der vorliegenden Furchen und Windungen und konnte so die ganze Hirnoberfläche richtig in den Schädelumriss mit den Nähten eintragen. Hefftler erweiterte die Methode noch dahin, dass er an Köpfen, die in verschiedener Stellung eingegypst waren, die Umrisse der Weichtheile, der Knochen sowie der Furchen und Windungen in einander zeichnete. Es liegt auf der Hand, dass diesen Bestimmungen auch ein chirurgischer Werth beiwohnt.

Es ergab sich, dass die Theilungsstelle der Fissura Sylvii in den Ramus

posterior und ascendens fast immer der Vereinigung der hinteren oberen Spitze des grossen Keilbeinflügels mit der Sutura squamosa entspricht. Der Ramus ascendeus steigt der Kranznaht entsprechend aufwärts, der Ramus posterior folgt ungefähr der Sutura squamosa.

Der Sulcus centralis liegt mit seinem dorsalen Ende 48, mit seinem ventralen Ende 28 mm hinter der Kranznaht.

Die Fissura occipitalis liegt fast immer genau in der Höhe der Vereinigung der Pfeilnaht mit der Lambdanaht.

Die Insel wird durch die Schuppennaht in eine obere und untere Hälfte geschieden.

Ursachen der Hirnwindungen.

Wir können diesen Gegenstand nicht verlassen, ohne auch der Ursachen der Hirnwindungen zu gedenken. Es wurde bereits erwähnt, anfänglich sei die Hemisphärenwand glatt, ein Zustand, der bei vielen Thieren dauernd vorhanden bleibt. Nach und nach bedeckt sie sich in zunehmendem Grade und in geordneter Reihenfolge mit Furchen und Windungen, bis schliesslich fast die ganze Hemisphäre von ihnen eingenommen ist. Wir wissen auch bereits, dass die Furchen entweder aus einer Faltung der ganzen Wand hervorgehen, oder aus einer Faltung der grauen Rinde, während der innere Theil der Wand ungefurcht und ungefaltet bleibt. Aber worauf beruht dieser eigenthümliche Vorgang? Könnte nicht die Hirnwand auch wachsen und sich ausdehnen, ohne dass es zu Faltungen kommt? Sind es äussere Widerstände, welche eine Ausdehnung der Hemisphärenblase über ein gewisses Mass hinaus nicht gestatten und die Wand zur Faltung zwingen, oder sind innere Verhältnisse, innere Widerstände an der Faltung schuld?

Die Antworten auf diese Fragen sind verschieden ausgefallen.

Man hatte wahrgenommen, dass die Anordnung der Furchen und Windungen bis zu einem gewissen Grade mit dem Typus der Verästelung der Arterien übereinstimmt [Reichert]. So entwickelte sich die Annahme und fand verschiedene Anhänger, dass die Ursache der Furchen und Windungen in der arteriellen Gefässverästelung enthalten sei. Eingehendere Beobachtungen zeigten jedoch, dass zahlreiche Ausnahmen von der behaupteten Uebereinstimmung vorhanden sind und dass es regelmässig vorkommende Gefässe gibt, welche den Furchenverlauf in den verschiedensten Richtungen kreuzen, so z. B. die Art. cerebri media mit ihren Aesten, ferner die Arterien des Kleinhirns.

Näher noch musste es liegen, den umgebenden Schädel als die äussere Ursache zu betrachten, welche den Ausdehnungsbestrebungen des Gehirns einen Widerstand entgegenstellte und dasselbe nöthigte, sich in Falten zu legen. In der That hat diese Annahme Anhänger gefunden und zählt deren noch jetzt. Weit häufiger dagegen sehen wir die Ansicht vertreten, der Schädel sei zwar nicht als die nächste Ursache der Windungen zu betrachten, doch sei er nicht ohne Einfluss, wie auf die Gesammtform des Gehirns, so auf die Anlage der Furchen und Windungen. Der Schädel kann durch das wachsende Gehirn beeinflusst werden und z. B. bei Hydrocephalus gewaltige Dimensionen annehmen; andrerseits kann aber auch das Gehirn durch den Schädel beeinflusst

werden, wie beispielsweise durch vorzeitigen Verschluss von Schädelnähten. Lange Schädel zeigen, wie schon hervorgehoben, vorwiegend longitudinalen, breite vorwiegend transversalen Windungstypus.

Sowie die Meisten gegenwärtig dem Schädel in allen Stadien seiner Entwicklung, ebenso auch der Muskulatur des Schädels einen Einfluss auf die Gestaltung des Gehirns und seiner Windungen zugestehen, so erblicken sie die Ursache der Furchen und Windungen in Momenten, die in der wachsenden Gehirnwand selbst gelegen sind: das Wachsthum der Gehirnwand bedingt nicht allein deren Ausdehnung, sondern auch deren Faltung, unabhängig von äusseren Einflüssen; Furchen und Windungen entstehen durch Wachsthumsdifferenzen der Hirnwand. Aber selbst bei dieser Annahme gibt es mehrere Möglichkeiten.

Macht man mit Wundt, welcher die Lehre von der Faltung der Gehirnwand durch innere Wachsthumsdifferenzen genauer begründet hat, die Annahme, dass die ursprünglich glatte Oberfläche eines fötalen Gehirns in sagittaler Richtung bedeutend rascher wachse, als in transversaler, so erfährt die Oberfläche in transversaler Richtung eine stärkere Spannung, als in longitudinaler. Soll aber eine Oberfläche durch Faltenbildung an Ausdehnung zunehmen, so wird dieselbe nothwendig in derjenigen Richtung sich aufrollen, in welcher dies mit dem geringsten Widerstande geschehen kann. Es wird demnach, wenn die Oberfläche in transversaler Richtung stärker gespannt ist, die Ausdehnung leichter in longitudinaler Richtung erfolgen. Die Oberfläche wird in transversale Falten gelegt oder um eine transversale Axe aufgerollt werden. Zeigt doch eine transversale Faltung eben eine Ausdehnung in der Längsrichtung an. Die Axe der Aufrollung hat hiernach immer die nämliche Richtung wie die grösste Spannung der Oberfläche. Sie steht zugleich senkrecht zur Richtung der grössten Wachsthumsintensität. Durch aufeinanderfolgende Perioden gesteigerter Wachsthumsintensität in der Längs- und Querrichtung würde es zur Ausbildung von Quer- und Längsfalten kommen. Erstere Periode geht zeitlich voran, letztere folgt nach. Bis zum Ende des sechsten fötalen Monats nämlich dominire das Längenwachsthum; in späterer Zeit herrsche namentlich im Stirnhirn das transversale Wachsthum vor und führe zum Auftreten longitudinaler Furchen.

Einen anderen Weg zur Erklärung der Windungen schlug Heschl ein, indem er die Ansicht aufstellte, dass die weisse Substanz durch lokales Zurückbleiben und lokales Vorspringen die graue vor sich hertreibe. Die weisse Substanz ist nun aber ein Erzeugniss der grauen und wäre es schwer, sich die Möglichkeit jenes Vorgangs vorzustellen, wenn nicht eine in anderen grauen Bezirken erzeugte weisse Substanz für das Vordringen gegen die Hirnrinde verwendbar bliebe. Es handelt sich aber nicht allein um die Aufstellung von Möglichkeiten, sondern um die Beweisführung durch thatsächliche Unterlagen.

Die Untersuchung in Faltung begriffener Gehirne selbst führt nun zu einer dritten Erklärungsart der Entstehung der Furchen und Windungen.

Hier ist zuerst daran zu erinnern, dass die an der Hemisphäre auftretenden Fissuren und Furchen nicht die ersten Faltungen sind, die am Gehirn vorkommen, sondern dass das ganze Gehirn mit allen seinen Abtheilungen aus Faltungen der Medullarplatte hervorgegangen ist. Und zwar sind es Längsfalten, welche das Medullarrohr im Ganzen, Querfalten, welche seine Sonderung in die

einzelnen hintereinander liegenden Abtheilungen zu Stande brachten. Die Erzeugung von Furchen und Windungen im Bereich der Medulla oblongata, des Kleinhirns, Zwischenhirns und Grosshirns ist hiernach kein gänzlich neuer Vorgang, sondern ein Weiterlaufen auf bereits längst zuvor begonnener Bahn.

Wenn wir bedenken, dass der Faltenbildung schon frühzeitig eine Sonderung des Medullarrohrs in ungleichwerthige Bestandtheile zufiel, so besonders im Gebiete des Gehirns selbst, das ja durch sie in die fünf grossen Abtheilungen zerfiel, die sich vom Grosshirn zur Medulla oblongata erstrecken, so muss uns dies nothwendig zuerst auf die Frage führen, ob auch jene Falten, welche in der Hemisphäre als Fissuren und Furchen auftreten, die Bedeutung einer Sonderung der Hemisphärenwand in ungleichwerthige Abschnitte besitzen, oder ob sie allein nur die Bedeutung haben, die Oberfläche zu vergrössern. Die frühzeitig auftretenden Fissuren sprechen sehr zu Gunsten der Annahme einer sondernden Bedeutung; ob es sich wirklich so verhält, wie weit es sich etwa auch bei den übrigen, zumal bei den primären Furchen so verhält, kann nicht von vornherein, sondern nur durch die Erfahrung entschieden werden; aber man muss den Gedanken wenigstens im Auge behalten.

Es wurden soeben auch Falten der Medulla oblongata und des Zwischenhirns erwähnt; diejenigen des Kleinhirns sind uns bereits bekannt. Aber besitzen denn auch die beiden ersteren Organe Falten? Wenn die Aufgabe besteht, die Faltung der Hemisphären des Grosshirns in ursächlicher Hinsicht zu untersuchen, so ist es zweckmässig, auf alle übrigen Falten des Gehirns einen Blick zu werfen. Und so kann es uns nicht entgehen, dass in der Medulla oblongata zweierlei Dinge unsere Beachtung verlangen, der Nucleus olivae und die gefalteten Theile der Deckplatte des Ventriculus quartus, die Plexus chorioidei mit ihrem Ventrikelepithel. Am Kleinhirn haben wir ausser seinen Randwülsten den Nucleus dentatus als gefaltete Platte zu beachten, die ja dem Nucleus olivae hierin ganz entspricht. Dem Mittelhirn fehlen besondere Faltenbildungen. Am Zwischenhirn aber haben wir wieder die Plexus chorioidei zu berücksichtigen; am Grosshirn die Windungen und Plexus chorioidei. Ueber die Faltungen eines Plexus vgl. Fig. 278.

Fig. 278.

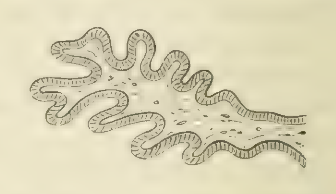


Fig 278. Sagittalschnitt eines embryonalen Plexus chorioideus mit Ventrikelepithel und pialem Bindegewebe.

Was den Nucleus olivae und Nucleus dentatus cerebelli betrifft, so kann man diese als innere Falten, die inmitten eines sie umschliessenden Körpers entstanden sind, den übrigen äusseren oder freien Falten, die an einer freien Wand entstehen, gegenüberstellen.

Was die freien Falten betrifft, so ist leicht zu bemerken, welch grosse Unterschiede in ihrer Breite bestehen. Die Windungen des Grosshirns, wie breit sind sie gegenüber den Randwülsten des Kleinhirns, wie breit letztere gegenüber den Windungen der Plexus chorioidei! Man erkennt sofort, dass die Ursache der so verschiedenen Faltenbreite wesentlich in der Verschiedenheit der Dicke der Platte enthalten sei, welche gefaltet werden soll. Die Rinde des Grosshirns hat zur Zeit der ersten Anlage der Falten, wie zur Zeit ihrer Fertig-

stellung immer ein bedeutendes Uebergewicht an Dicke über die Rinde des Kleinhirns, ebenso letztere über das Epithel der Plexus chorioidei. Der gleiche Gesichtspunkt gilt für die inneren Falten. Beim Erwachsenen hat die Rinde des Grosshirns eine durchschnittliche Dicke von 4 mm, die Windung eine durchschnittliche Breite von 10 mm; beim Kleinhirn ist die Rinde durchschnittlich 1—1,5 mm dick, der Randwulst aber 2—3 mm breit. Bei den Plexus chorioidei sind jenen gegenüber die Dicke der Wand und Breite der Windung minimal. Unter einen gewissen Betrag sinkt die Breite der Windung nicht hinab, sei es bei dem Gyrus cerebralis, cerebellaris oder epithelialis; denn es ist klar, dass man die Windung eines Plexus chorioideus einen Gyrus epithelialis nennen kann. Ebenso verhält es sich mit dem Gyrus nuclearis, um die Windung der genannten Nuclei ebenfalls zu bezeichnen. In allen diesen Fällen steht die Breite der Windung, die unter einen gewissen Betrag nicht hinabsinken kann, in directem Zusammenhang mit der Dicke der zu faltenden Wand, und ist es bekannt, in welchem Maase die Wandstärke die Biegung beeinflusst.

Nach diesem Ueberblick wenden wir uns zu der Frage, ob die Windungen der Hemisphäre durch äussere oder innere, in der wachsenden Wand selbst gelegene Ursachen hervorgerufen werden, und wenn durch innere, welcherlei Art dieselben sind. Es genügt, das Gross- und Kleinhirn in dieser Hinsicht zu betrachten. Die Untersuchung von Schnitten durch eine in Faltung begriffene Grosshirnwand belehrt uns nun, dass die Wand keineswegs gleichmässig beschaffen ist, sondern im Gegentheil sehr ungleichmässig. Schon in den Stadien der Fissurenbildung besteht die Wand aus verschiedenen Schichten, noch mehr ist dies der Fall im Stadium der Entstehung der primären, secundären und tertiären Furchen. Die innerste Lage ist eine mächtige Epithelschicht; darauf folgt eine dicke Lage von Nervenfasern, an welche die primitive Hirnrinde sich anschliesst; sie selbst ist gedeckt von der Pia mater, welche Gefässfortsätze in das Innere der Wand entsendet. Die primitive Rinde ist aber um die Zeit der Fissuren-, noch weniger um die Zeit der Primärfurchenbildung u. s. f., selbst nicht mehr gleichmässig beschaffen, sondern es macht sich vor Allem eine zellenreiche tiefe und eine zellenarme oberflächliche Schicht geltend, die wie ein Gürtel die tiefe überzieht und ihrerseits noch von der Pia überkleidet ist. In der tiefen Lage der Rindenschicht findet eine reiche Zellvermehrung und Zellenvergrösserung statt, sie hat ein ansehnliches Ausdehnungsbestreben, von welchem die gewaltigen Massen von Zellen das beste Zeugniss ablegen, die hier lagern. Dieses Ausdehnungsbestreben ist die Fortsetzung des gleichen Verhältnisses auf früherer Entwicklungsstufe, wovon die Beobachtung deutliche Kunde gibt. Denn wir sehen nicht allein objective Zellvermehrungserscheinungen, sondern auch die karyokinetischen Axen in verschiedener Richtung gelagert, und ergibt es sich aus Längs- und Querschnitten, dass die drei Richtungen des Raums deutlich in den karyokinetischen Axen ausgesprochen sind (s. den Abschnitt: Entwicklung).

Der gleiche Vorgang der Zellvermehrung und, Hand in Hand damit gehend, der Zellenvergrösserung, im Ganzen also der Ausdehnung, findet statt auf späteren Stufen, nachdem bereits eine vermehrte Schichtenbildung stattgefunden hat. Diese Ausdehnung aber ist concentrirt auf die epitheliale Schicht und auf die tiefe Rindenzone.

Bei den Fissuren nun sind es weithin sich erstreckende Ausdehnungseinflüsse, welche mehr oder weniger von der ganzen Fläche der Hemisphäre ausgehen und ihre Einfaltung an bestimmten, durchaus erklärlichen Stellen bedingen, bei den primären Furchen u. s. w. sind es dagegen mehr lokale, nur kleinere Bezirke der einzelnen Wände ergreifende Ausdehnungsbestrebungen, wie sie eben zwischen den Fissuren gelegen sind. Je mehr Furchen schon entstanden sind, um so enger wird das jeweilig ergriffene, zur Faltenbildung geneigte Feld. Im Stadium der Primärfurchenbildung schon ist die zwischen dem Epithel und der Rindenschicht gelegene Nervenfaserlage so mächtig geworden, dass an eine Einfaltung der ganzen Wand nicht mehr zu denken ist, es faltet sich nur die Rindenschicht und in die ventralen Höhlungen der einzelnen Falten dringt die Nervenfaserschicht vor.

So wächst also die Rinde stärker als die unterliegende Faserschicht, mit der sie in Substanzzusammenhang steht. Sie faltet sich infolge dessen und zieht ihre minder stark wachsende Aussenlage nebst der Pia in ihren eigenen Faltungsprocess hinein. Einer äusseren Einwirkung zum Zustandekommen der Furchen und Windungen bedarf es hienach nicht. Das Gehirn trägt die Kräfte seiner Formbildung wesentlich in sich selbst und wird normal nur in untergeordneten Punkten von aussen her beeinflusst; in weit höherem Grade beeinflusst es dagegen seinerseits die Umgebung.

An dieser Stelle wird es auch nicht vergeblich sein, uns etwas genauer um die Richtung der verschiedenen Furchen und Windungen zu bekümmern und zu fragen, ob denn ein erklärliches System in den Richtungen sich ausspreche, oder ob vielmehr ein wildes Durcheinander von solchen gegeben sei, das jeder Erklärung spottet. Man hat sich schon frühzeitig dieser Frage zugewendet und insbesondere ist es Huschke, der hier zierliche Gedanken entwickelte und zu zeigen versuchte, dass, wie es von den Carnivoren und Ungulaten bekannt ist, so auch bei den Primaten und dem Menschen mehrere Bogenwindungen vorkommen, welche um die Sylvische Spalte herumgelegt sind und fast alle Windungen in sich schliessen. Huschke bezeichnete diese Windungen als Urwindungen. Von der Spitze des Stirnhirns ausgehend und um das hintere Ende der Fissura Sylvii umbiegend zieht sich bis zum Schläfenpole hin ein System von Bogenwindungen. Dasselbe umfasst auf der dorsolateralen Wand der Hemisphäre drei grosse Züge, entsprechend der Zahl der Stirnwindungen und der Schläfenwindungen. Das aufsteigende Ende der ersten Schläfenfurche mündet hie und da sogar in die Parietalfurche ein, und erleichtert dies die Betrachtung. Die erste Schläfenwindung würde der dritten Stirnwindung, die zweite Schläfenwindung der zweiten Stirnwindung, die dritte Schläfenwindung der ersten Stirnwindung entsprechen. Und auf der medialen Oberfläche bietet der Gyrus fornicatus (Gyrus cinguli, Gyrus Hippocampi) und selbst das Gewölbe eine gewisse Stütze für die genannte Betrachtungsweise dar. Der Hinterhauptslappen, als eine aus dem Ringlappen secundär hervorgewachsene Bildung käme nicht unmittelbar in Betracht und würde auch verantwortlich gemacht werden können für das nicht ganz zutreffende Verhalten des Scheitellappens. Eine andere Störung der Bogenwindungen ist nicht zu übersehen, es ist diejenige, welche besonders durch den Sulcus centralis und die ihn umgebenden Centralwindungen gesetzt wird. Denn es liegt auf der Hand,

dass die Ur- oder Bogenwindungen etwa in der Mitte der convexen Oberfläche durch den Sulcus centralis und die beiden Centralwindungen quer durchbrochen werden, wie insbesondere Wernicke betont hat.

Haben wir nun Veranlassung, den Huschke'schen Gedanken aufzunehmen, oder ist er als werthlos aufzugeben?

Sehen wir von der vergleichend anatomischen Bedeutung der Urwindungen ganz ab, deren Auseinandersetzung uns hier zu weit führen würde, so wird mit der Verwerthung des Huschke'schen Gedankens der Plan der Hirnfurchung entschieden durchsichtiger, und wir werden uns theils aus praktischen, theils aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen wohl hüten, ihn gänzlich zu verwerfen. Denn es verschwindet mit ihm ein grosser Theil der Verwirrung, welche der Anblick eines scheinbar regellosen Haufens von Furchen und Windungen in Jedem hinterlässt. Allzu eng sich von der Vorstellung der Urwindungen umschliessen zu lassen, dafür liegt keine Nothwendigkeit vor; wir müssen sie vielmehr gewinnbringend verwerthen.

Was bedeutet nun für uns die Centralfurche, ebenso aber auch der Sulcus praecentralis und postcentralis? Sie sind nichts anderes als der Ausdruck eines gesteigerten Längenwachsthums der dorsolateralen Gehirnwand; vielleicht mehr, aber mindestens dies. Daher die Querfaltung oder annähernde Querfaltung, die in diesen drei Furchen sich ausspricht. Sie sind aber nicht die einzigen Querfalten im Bereich der Hemisphäre; vielmehr zeigt uns ja der ganze Stirnlappen neben seiner Faltung in die Länge eine Menge kleinerer oder grösserer Querfurchen. Eine Querfurche von schrägem Verlauf ist der ebenfalls hier zu nennende Sulcus fronto-marginalis. Gehen wir zur Orbitalfläche des Stirnlappens über, so fehlt es neben Längsfurchen auch hier nicht an Querfurchen, die ebenfalls nichts anderes bedeuten als gesteigertes Längenwachsthum. Eine ausgesprochene Querfurche ist an der hinteren Grenze des Scheitellappens der Sulcus occipitalis transversus. Auf der medialen Fläche der Hemisphäre fehlt es ebenfalls nicht an Querfalten. Hierher gehört der aufsteigende Theil des Sulcus calloso-marginalis, die Fissura parieto-occipitalis, und, ihrer Entstehung nach, auch die Fissura calcarina.

Gehen wir zu den Längsfurchen und -falten über, so haben diese die Bedeutung, der Ausdruck eines gesteigerten queren Wachsthums zu sein. Hier ist aber daran zu erinnern, dass in der That der Manteltheil der Hemisphäre um den Sulcus circularis Reilii der Insel als ein mächtiger Ringlappen gelegt ist, der eine vordere ventrale Oeffnung besitzt, einen Ausschnitt von geringer Länge, gleichbedeutend mit der Vallecula und dem Truncus fissurae Sylvii. Dem Ringlappen fügt sich von hinten der Occipitallappen an. Längsfurchen am Stirnlappen haben wir auf der dorsolateralen Fläche drei, auf der orbitalen (einschliesslich des Sulcus olfactorius) vier; am Scheitellappen ist der eigentliche Sulcus parietalis, der zwischen dem Sulcus postcentralis inferior und occipitalis transversus liegt, eine Längsfurche. Die laterale Wand des Schläfenlappens zeigt drei Längsfurchen; hiezu kommt auf der ventralen Wand noch der Sulcus collateralis. Daneben sind kleine Querfurchen vorhanden.

Auf der medialen Fläche der Hemisphäre ist der Sulcus calloso-marginalis, mit Ausnahme seines aufsteigenden Stücks, eine der grössten Längsfurchen, eine kurze der Sulcus supraorbitalis. Darüber kommt eine Menge kleiner Quer- und

Längsfurchen vor; eine dieser Querfurchen ist der Sulcus paracentralis. Die Fortsetzung des Längstheils des Sulcus calloso-marginalis ist der Sulcus subparietalis und die vordere Hälfte des Sulcus occipito-temporalis. Eine fernere Längsfurche ist der Sulcus corporis callosi, die Fissura hippocampi und chorioidea. Am Hinterhauptslappen pflegt man, wie oben erwähnt, alle Furchen als Längsfurchen aufzufassen, die vom Pol der Pyramide vorwärts ausstrahlen. Als eine solche erscheint am fertigen Gehirn auch die Fissura calcarina. Quer über die Pyramide verläuft dagegen die kleine, den Gyrus descendens lateral begrenzende Furche, der Sulcus extremus.

So sehen wir, dass die Hemisphäre von einem Netz von Längs- und Querfurchen umsponnen ist, von welchen die ersteren, soweit sie sich auf den Ringlappen beziehen, ringförmig verlaufen, ohne dass nothwendig jede Ringfurche vollständig ist oder jedes Furchenstück in ein anderes sich fortsetzen müsste. Die Querfurchen werden dem entsprechend bis zu einem gewissen Grade Radiärfurchen sein. Annähernd ergibt sich also in der That auf diese Weise eine Furchung der Hemisphären des Gehirns, wie sie eine durch Meridian- und Aequatorialfurchen eingetheilte Kugel uns zeigt. Am Gehirn aber bedeuten uns jene Furchen, abgesehen von der Frage der qualitativen Sonderung, den Ausdruck eines gesteigerten Längen- und Breitenwachsthums der Hemisphärenwand.

Wir schliessen die makroskopische Betrachtung der Windungen mit einen Blick auf das Verhältniss der Gyrifizirung zur Intelligenz. Gyrifizirung des Gehirns und Intelligenz stehen, wie sich schon aus dem Bisherigen entnehmen lässt, und wie es durch die Gehirnlehre der Thiere bestätigt wird, in keinem einfachen Verhältniss und nicht in unmittelbarem Zusammenhang. Es gibt sehr intelligente Affen mit fast glattem Gehirn, dagegen stark gyrificirte Gehirne bei wenig intelligenten Thieren, wie beim Schaf und Rinde. In dieser Hinsicht ist es wichtig, auf einen Satz hinzuweisen, der von Dareste begründet worden ist. Kleine Thiere haben, wie er hervorhebt, gleichgültig welcher Ordnung sie angehören, im Allgemeinen glatte oder nur wenig gefurchte Hirne, grosse dagegen stark gefurchte. In einer und derselben Abtheilung wird die Furchung um so complicirter, je grösser die Art. Baillarger hat, auf gleicher Grundlage stehend, die Zunahme der Windungen mit zunehmender Grösse der Thiere durch einen einfachen geometrischen Satz verständlich zu machen gesucht. Wenn bei systematisch verwandten, an Grösse sehr verschiedenen Thieren die Hirngrösse mit der Körpergrösse wachsen muss, damit die Intelligenz dieselbe bleibt, so würden die Hirnvolumina wie die Kuben ihrer Durchmesser wachsen; ein Gehirn von der zweifachen Länge und Breite eines anderen übertrifft letzteres also achtmal an Volum. Die Oberflächen wachsen aber nur wie die Quadrate der Durchmesser und würden sich in dem gedachten Falle nur wie 1 : 4 verhalten. Das achtmal voluminösere Gehirn hätte nur eine viermal grössere Oberfläche. Soll diese um eben so viel wie das Volum wachsen, so muss sie sich in Falten legen. Bei gleich voluminösen Individuen derselben Art, mit gleich voluminösen Gehirnen, wird allerdings das windungsreichere, unter im Uebrigen gleichen Bedingungen, das intelligentere sein. Begreiflicherweise sind hiebei insbesondere diejenigen Bezirke der Gehirnoberfläche zu vergleichen, welche für die höheren geistigen Fähigkeiten besonders massgebend sind.

Bau der Rinde des Grosshirns.

Die nervösen Bestandtheile der Hirnrinde sind Nervenzellen verschiedener Art, und Nervenfasern. Erstere haben theils rundliche oder eckige, theils spindelige, theils pyramidale Form. Die rundlichen und eckigen Zellen von 8—10 μ Durchmesser sind fast durch die ganze Dicke der Rinde zerstreut; die spindeligen, von 30 μ Länge und 12 μ Breite kommen besonders in der tiefsten, an das Mark grenzenden Schicht der Rinde vor. Die Pyramidenzellen sind die am meisten charakteristischen Elemente der Rinde. Ihre Grösse ist sehr verschieden, die kleinsten haben einen Basisdurchmesser von 7, die grössten (Riesenpyramiden) einen solchen von 40 und 50 μ. Sie haben drei und mehr Seitenflächen, eine dem Mark zugekehrte Basis und eine lang ausgezogene Spitze (Spitzen- oder Hauptfortsatz), welcher in der Richtung der äusseren Oberfläche verläuft. Der Spitzenfortsatz gibt seitliche feine Aeste ab, verschmälert sich dadurch und löst sich selbst endlich in feine Reiserchen auf. Von den Ecken der Basis entspringen ebenfalls (3—5) verästelte Fortsätze (seitliche Basalfortsätze), von der Mitte der Basis dagegen der Axencylinderfortsatz (mittlerer Basalfortsatz); er wird zum Axencylinder einer radiär zur Markleiste ziehenden Nervenfaser. Der Kern der Pyramidenzellen ist ellipsoidisch und hat ein deutliches Kernkörperchen. Der Zellkörper besonders der grösseren Ganglienzellen ist gelblich pigmentirt. Die Nervenfasern bestehen theils aus den Fibrillen, die aus den verästelten Fortsätzen hervorgingen, theils aus markhaltigen Nervenfasern. Letztere sammeln sich innerhalb der Rinde zu kleinen, regelmässig aufeinanderfolgenden Bündeln, durchziehen als solche die tiefen Schichten der Rinde in radiärer Richtung und treten endlich an deren innerer Grenze zur Markleiste zusammen. Die nervösen Elemente sind in ein nach den Untersuchungen von Kühne und Ewald aus Neurokeratin bestehendes feinstes Netzwerk eingelagert, in eine Hornspongiosa. Sie stellt die Grund- oder Stützsubstanz der grauen Rinde dar und enthält auch ihr zugehörige Zellen, Neurogliazellen.

Ausser den nervösen Elementen trägt dieselbe Grundlage noch die Blutgefässe der Hirnrinde. Die Gefässe, kleine Arterien und Venen, dringen früher oder später in senkrechter Richtung in die graue Rinde ein, nachdem sie anfangs häufig eine Strecke der Oberfläche parallel verlaufen waren. Die grösseren dringen bis zum Mark vor, die kleineren lösen sich schon innerhalb der Rinde in ein Netz auf, welches in der ganglienzellenreichen Schicht sehr dicht ist. Die Blutgefässe haben adventitielle Scheiden, die an den Capillaren indessen nicht beständig vorkommen. Im einfachsten Fall bestehen diese Scheiden aus einer einfachen Endothelmembran, deren Zellengrenzen durch Argentum nitricum zuweilen sichtbar gemacht werden können. Durch Injection der subarachnoidalen Räume lassen sich die zwischen der Adventitia und dem Gefäss befindlichen Kanäle füllen; sie stehen durch trichterförmige Erweiterungen (Pialtrichter) mit den subarachnoidalen Räumen in unmittelbarem Zusammenhang und stellen Lymphräume dar. S. hierüber auch „Hüllen des Gehirns“.

Schon mit freiem Auge lassen sich an der Rinde, besonders in bestimmten Gebieten, einige Schichten unterscheiden, eine hellere Randschicht, zwei durch einen mittleren weisslichen Streifen von einander mehr oder weniger deutlich

geschiedene graue Lagen. An feinen Durchschnitten ergibt sich in weitester Verbreitung folgendes Bild (Fig. 279): eine äussere Hauptzone (I) ist von der inneren (II) durch eine Grenzschicht (x) geschieden, welche einen Plexus markhaltiger Nervenfasern enthält und äusserer Baillarger'scher Streifen genannt wird. Die innere Hauptzone enthält die genannten, regelmässig geordneten Bündel der Nervenfasern und zeigt zwei Schichten, die Schicht der kleinen

Fig. 279.

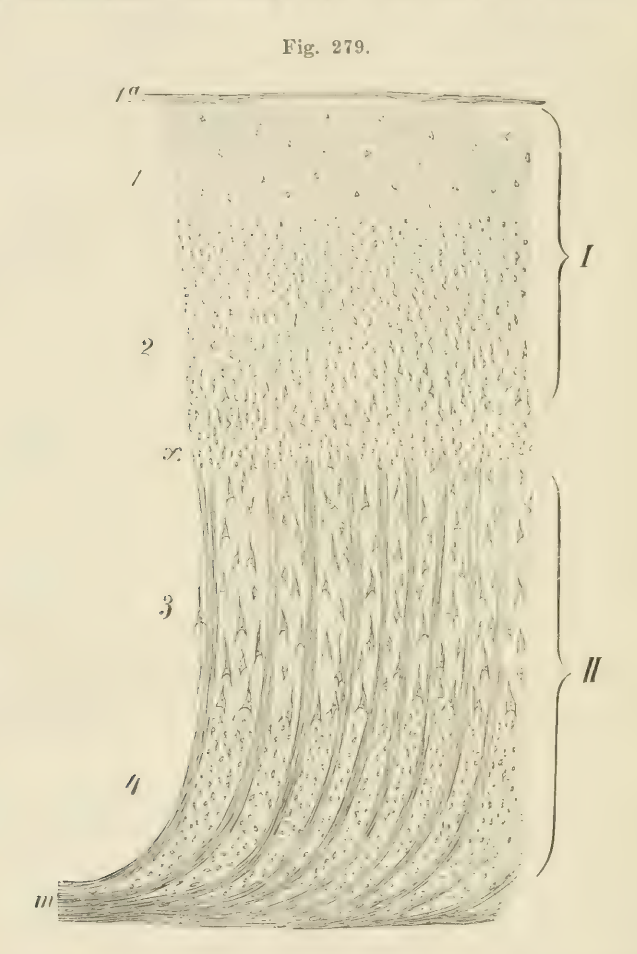


Fig. 279. **Durchschnitt durch die Grosshirnrinde des Menschen.** Mit Benutzung eines Osmiumsäure-Präparates entworfen $^{45}/_{1}$.

I äussere, II innere Hauptschicht der grauen Rinde, x Grenzschicht beider, dem äusseren Baillarger'schen Streifen entsprechend, an Osmiumsäure-Präparaten dunkler erscheinend, als I und II. m Marksubstanz, radiäre dunkel gefärbte Bündel von Nervenfasern in II entsendend; 1 zellenarme Schicht, 1 a ihr feiner äusserer Nervenplexus; 2 Schicht der kleinen Pyramiden; 3 Schicht der grossen Pyramiden; 4 Schicht der kleinen Nervenzellen.

Nervenzellen (4) und die Schicht der grossen Pyramiden (3). Die äussere Hauptzone enthält die Schicht der kleinen Pyramiden (2) und die zellenarme Schicht. Auch in der äusseren Hauptzone fehlen Nervenfasern nicht, doch fehlt die bündelweise Gruppirung, die sich nur bis zur Grenzschicht (x) erstreckt. Aus dem Plexus der letzteren sowohl, als unmittelbar aus den Bündeln der inneren Hauptzone steigen die Fasern zerstreut in die äussere Hauptzone auf,

innerhalb deren sie um so spärlicher werden, je näher sie der Grenzschicht kommen. Bei 1a indessen, unterhalb des Pia, haben wir noch einen feinen äusseren Nervenplexus. Zahlreiche Bemühungen, eine noch grössere Schichtenzahl als gewöhnlichen Typus der Rinde festzustellen, sind nicht von Erfolg begleitet gewesen. Die zellenarme Schicht besteht überwiegend aus der genannten Hornspongiosa, während kleine, eckige Nervenzellen selten sind.

Die aus den verästelten Fortsätzen der Nervenzellen hervorgegangenen Fibrillen bilden ein Netzwerk, aus welchem wahrscheinlich Nervenfasern hervorgehen, wie es vom Rückenmark her bekannt ist. Mit voller Sicherheit ist das Hervorgehen von Nervenfasern aus dem Axencylinderfortsatz der Pyramidenzellen in den letzten Jahren erwiesen worden.

Es ist begreiflich, dass man örtlichen Verschiedenheiten im Bau der Grosshirnrinde ein besonderes Augenmerk zugewendet hat; indessen sind dieselben weit seltener, als man von vornherein annehmen zu dürfen glauben konnte. Sie sind nachgewiesen in der Umgebung der Fissura calcarina, im Lobulus paracentralis, im Septum pellucidum, Ammonshorn, in der Fascia dentata, im Lobus olfactorius, in der Lamina perforata anterior und Inselrinde.

In der Umgebung der Fissura calcarina ist insbesondere die erwähnte Grenzschicht x so stark entwickelt, dass sie makroskopisch leicht wahrgenommen werden kann; sie ist in der That auch schon seit langer Zeit bekannt und wird der Vicq d'Azyr'sche Streifen genannt (s. Fig. 280). An Stelle der grossen Pyramidenzellen finden sich überwiegend kleinere Nervenzellen, zwischen welchen einzelne sehr grosse (Solitärzellen, Meynert) sich um so schärfer abheben.

Fig. 280.

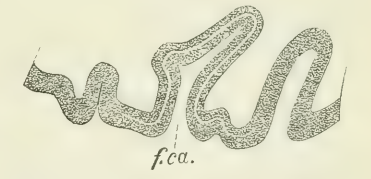


Fig. 280. Durchschnitt durch die graue Rinde des Grosshirns in der Umgebung der Fissura calcarina. Natürliche Grösse.

f.ca., Fissura calcarina. Die graue Rinde ist durch einen weissen Streifen, den Vicq d'Azyr'schen Streifen ausgezeichnet, der der inneren Oberfläche der grauen Rinde näher liegt, als der äusseren.

Der Lobulus paracentralis ist durch das Vorkommen der grössten Pyramidenzellen (bis 120 μ Länge) ausgezeichnet [Betz], die hier gruppenweise liegen. Nach B. Lewes kommt eine solche gruppenweise Vertheilung auch in der vorderen Centralwindung und in den angrenzenden Theilen der oberen und mittleren Stirnwindung vor. Ob die grossen Pyramidenzellen ausschliesslich als motorische, die kleinen als sensible aufgefasst werden können, ist zweifelhaft. Doch ist zu bemerken, dass im Gebiet der Centralwindungen und des Lobulus paracentralis durch deren direkte Reizung Bewegungen bestimmter Muskelgruppen erzielt werden konnten (s. den Abschnitt Leitungsbahnen).

Das Septum pellucidum hat drei Schichten: eine dünne Mark-, eine dünne Rinden- und eine ependymatische Schicht. Die graue Schicht enthält kleine Pyramiden- und Spindelzellen.

Auch das Ammonshorn besteht, wie die übrige Hemisphärenwand, aus grauer Rinde und weisser Substanz. Letztere aber liegt auf der Convexität des Ammonshorns und ist eine Ausbreitung der Fimbria: diese Ausbreitung wird Muldenblatt (Alveus) genannt. Die graue Substanz des Ammonshorns geht dorsalwärts in die graue Fascia dentata, ventralwärts in die graue Rinde des

Gyrus hippocampi über. Die bereits oben erwähnte Substantia reticularis alba des letzteren setzt sich auf die ventrale Fläche der Fascia dentata und dorsale Fläche des Hippocampus fort und heisst hier Lamina medullaris involuta oder Kernblatt (Fig 285). Vom Kernblatt zum gegenüberliegenden Muldenblatt (aus der Fimbria) gezählt zeigt der Hippocampus folgende Schichten: 1) das Kernblatt, 2) eine Lage feinreticulirter Grundsubstanz (Stratum moleculare), 3) eine Schicht von lockerer weitmaschiger Hornspongiosa (Stratum lacunosum), 4) ein dichtes Stratum granulosum (mit kleinen Nervenzellen), 5) Stratum radiatum, radiärstreifig in Folge der Gegenwart der Spitzenfortsätze der folgenden Schicht, 6) Pyramidenzellenschicht, mehrreihig, 7) das Muldenblatt.

Die Fascia dentata zeigt 1) an ihrer freien Oberfläche ein dünnes Markblatt, welches der Substantia reticularis angehört (Stratum marginale Meynert), 2) das Stratum moleculare (zellenarme Schicht), 3) das Stratum granulosum (kleine Pyramiden), 4) die Pyramidenzellenschicht (grosse Pyramiden).

In der Inselrinde fehlt nach Major der innere Nervenplexus und sind statt dessen kleine eckige Nervenkörper vorhanden. Im Uebrigen ist die Rinde von der typischen nicht verschieden.

Die Lamina perforata anterior ist ähnlich gebaut wie die inneren Glieder des Linsenkerns (s. Grosshirnganglien), doch enthält sie weniger Nervenfasern als jene.

Der Lobus olfactorius zeigt bauliche Verschiedenheiten, die seinen drei Abschnitten entsprechen:

a) das Tuber olfactorium besitzt auf seiner ventralen Fläche einen dünnen Ueberzug gelbgrauer, mit der Substantia perforata anterior übereinstimmenden Masse, die sich gegen den Tractus hin stark verdünnt. Der dorsale Theil des Tuber enthält eine Fortsetzung der Rinde des Stirnhirns, die sich ebenfalls verdünnt auf den Tractus fortsetzt.

b) der Tractus olfactorius besteht theils aus den Fortsetzungen der Schichten des Tuber, theils aus Nervenfasern, welche besonders an der ventralen Fläche und ihren Rändern angehäuft sind, wo sie die Stria lateralis und medialis bilden. Die dorsale Kante besteht vorzugsweise aus grauer Substanz. Eine Lage grauer Substanz befindet sich auch im Centrum, an Stelle des früheren Ventriculus olfactorius. Die Verhältnisse der Faserbündel wurden bereits früher (S. 434) geschildert: sie ziehen zum Stirnlappen, zum Gyrus fornicatus und gehören theilweise auch der vorderen Commissur an (s. letztere).

c) der Bulbus olfactorius. Das Mark des Bulbus liegt excentrisch, besteht aber ebenfalls aus einer dorsalen und ventralen Platte, die randwärts in einander übergehen und eine dünne Lage centraler grauer Substanz zwischen sich fassen. Die dorsale Rinde ist äusserst dünn, um so massenhafter dagegen die ventrale, und diese zeigt auch sehr interessante Gliederungen. Ihre Schichten sind folgende:

α) Das Stratum granulosum, Körnerschicht. Sie besteht aus einem Plexus markhaltiger Nervenfasern, in dessen Maschenräumen die „Körner“ d. h. Ansammlungen kleiner Zellen liegen.

β) Ganglienzellenschicht. Sie besteht aus einer Reihe grosser multipolarer Nervenzellen, welche drei bis vier verästelte Fortsätze in die nächstfolgende Schicht, einen andern dagegen, der dem Axencylinderfortsatz entspricht, in den Nervenplexus der vorigen Schicht entsenden [Golgi].

γ) Stratum gelatinosum, gelatinöse Schicht. Sie entspricht der zellenarmen peripheren Lage der Grosshirnrinde und enthält zerstreute kleine Ganglienzellen, ausserdem die verästelten Fortsätze der verschiedenen Ganglienzellen, sowie markhaltige Nervenfasern.

δ) Stratum glomerulosum, Knäuelschicht. Sie besteht aus zahlreichen kugeligen oder ovalen Gebilden von 0,1 mm Durchmesser, zwischen welchen zahlreiche Geruchsnervenfasern sich durchwinden. Die einzelnen Glomeruli liegen meist in doppelter Reihe. Sie bestehen aus Ansammlungen kleiner vielästiger Ganglienzellen, wie insbesondere Erfahrungen an Thieren gezeigt haben [Babuchin, Broca].

ε) Die Schicht der Olfactoriusfasern. Theile derselben sind schon zwischen den Glomerulis enthalten. Auf der ventralen Fläche der Glomeruli bilden sie dichte Geflechte aus marklosen, sog. gelatinösen Fasern. Aus diesem Geflecht sammeln sich die Fila olfactoria, welche in die Kanäle der Lamina cribrosa des Siebbeins eintreten.

II. Innere (ventriculäre) Oberfläche der Hemisphären.

Die innere Oberfläche des bisher von aussen betrachteten Grosshirns wird dargestellt durch die verschiedenen Wände jenes in seiner Masse enthaltenen flachen, langgestreckten Hohlraums, der uns bereits als Seitenventrikel bekannt geworden ist. Wie das Grosshirn einen nach vorn, hinten und unten vorspringenden Lappen besitzt, den Stirn-, Hinterhaupts- und Schläfenlappen, so hat auch die in ihm eingeschlossene Höhle drei entsprechende Fortsätze, einen Stirn-, Hinterhaupts- und Schläfenfortsatz, oder ein solches Horn, ein Cornu anterius, posterius und inferius, die in der Mitte durch einen gemeinsamen Abschnitt, die Cella media des Ventrikels, miteinander verbunden sind. Der Seitenventrikel jeder Hemisphäre ist mit Ausnahme einer einzigen Stelle, des ihn mit dem dritten Ventrikel verbindenden Foramen Monroi, allseitig geschlossen. An der medialen Wand ist der Verschluss allerdings sehr dünn und nur durch die epitheliale Hirnwand mit dem bekleidenden pialen Plexus gegeben. Aus diesem Grunde glaubte man früher den Seitenventrikel in weiter Ausdehnung frei zugänglich; der Zugang ward aber nur durch Zerreissung der dünnen Hirnwand bewerkstelligt. Nach aussen, nach der äusseren Oberfläche des Gehirns, sind vielmehr die Seitenventrikel, wie gesagt, allseitig abgeschlossen.

Von der Form der Seitenventrikel und überhaupt des ganzen Ventrikelsystems des Gehirns erhält man die beste Vorstellung, wenn man sich durch Injection desselben, wie sie zuerst von mir und später von Welcker hergestellt worden ist, eine körperliche Anschauung davon verschafft. So bezeichnet in Fig. 281, welche uns die Abbildung eines solchen Ausgusses vorführt, die Ziffer III den Ventriculus tertius, der vorn und seitlich durch einen dünnen Fortsatz, das ausgefüllte Foramen Monroi (F.M), jederseits in den Ventriculus lateralis übergeht. Rückwärts setzt sich der Ventriculus tertius in den Aquaeduct (a), dieser in den Ventriculus quartus (IV) mit seinen seitlichen Ausbuchtungen, den Recessus laterales (r.l), ununterbrochen fort; bei f befindet sich die Zeltspitze dieses Ventrikels. Beachten wir in der Figur den rechts gelegenen Seitenventrikel, so macht sich das Cornu anterius als stärkerer vorderer Vor-

Fig. 281.

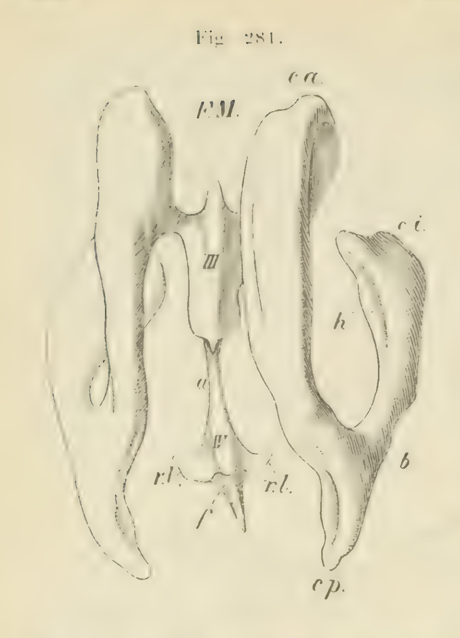


Fig. 281. Ausguss des Ventrikelsystems. (Nach Rauber und Welcker).

IV, Vierter Ventrikel mit dem Zelt f (fastigium) u. den recessus laterales (r.l.). a, aquaeductus Sylvii. III, Dritter Ventrikel. F.M., Verbindung des dritten Ventrikels durch das Foramen Monroi mit dem linken Seitenventrikel. Am Ausguss des rechten Seitenventrikels bedeutet c.a., das cornu anterius, c.p., das cornu posterius. b, trigonum ventriculi lateralis. c.i., cornu inferius mit h, Abdruck des pes hippocampi major.

sprung (c.a), das Cornu posterius als kleiner hinterer Vorsprung (c.p), das Cornu inferius als ausgedehnter unterer Vorsprung (c.i) bemerklich. An letzterem ist ein medialer Eindruck (h) bemerklich, der dem Pes hippocampi major entspricht. Der alle Hörner verbindende Mitteltheil ist eben die Cella media. Besonders deutlich tritt ferner am Seitenventrikel die unten-vorn offene Ringform hervor, die der Form des Ringlappens entspricht. Das Hinterhorn (c.p) erscheint nur wie ein kurzer Auswuchs des Rings. Das Cornu oder Crus frontale (vom Foramen Monroi an gerechnet) hat etwa 20, das Crus occipitale 12—20, das Crus temporale 30—40, die Cella media 40 mm Länge. Die Spitze des Vorderhorns ist von der Spitze des Hinterhorns in gerader Linie 75—80 mm entfernt. Von vorn nach hinten divergiren die dorsalen Abschnitte des Ventrikels. Zugleich zeigen sie eine **S**förmige Krümmung, und zwar kehrt der vordere Theil die Convexität medianwärts, der hintere Theil lateralwärts.

Werfen wir nunmehr den Blick auf die einzelnen Wände der Seitenventrikel, so macht sich 1) als Theil des Bodens und der lateralen Wand des Ventrikels ein langgestreckter Hügel vor Allem bemerklich, Colliculus caudatus, Corpus striatum, Streifenhügel (Fig. 255, cau). Er besteht aus einem dicken, im Vorderhorn gelegenen Kopf oder Körper (Caput s. Corpus colliculi caudati) und einer dünnen, nach hinten und in das Unterhorn ziehenden Verlängerung (Cauda). Im Unterhorn bildet der Schweif des Streifenhügels einen Bestandtheil seines Daches und endigt als schmaler Streifen am Vorderrande desselben. Der Streifenhügel umschlingt demnach als ein vorn-unten offener Ring, gleich dem Thalamus, an dessen lateraler Seite er, mit alleiniger Zwischenlagerung der Stria terminalis gelegen ist, die tiefer gelegenen Theile. Der Kopf hat eine grösste Breite von 2 cm. Nach vorn endet er abgerundet. Seine Convexität ist median-aufwärts gerichtet. An der Umbiegungsstelle in das Unterhorn hat der Schweif eine Breite von etwa 3 mm, die sich nach abwärts noch mehr vermindert. Die freie Fläche des Streifenhügels ist grau und wie alle im Ventrikel frei liegenden Theile mit Epithel überkleidet. Der als Streifenhügel bezeichnete Vorsprung der Ventrikelwand ist die dorsale Fläche eines mächtigen Grosshirnganglions, des geschwänzten Kerns, Nucleus caudatus, welcher der Bahn des Colliculus caudatus folgt und alsbald genauer betrachtet werden wird.

2) Der Grenzstreif, *Stria terminalis* s. *cornea* (Fig. 255, st.t.). Der Grenzstreif ist ein schmaler, zwischen Thalamus und Colliculus caudatus hinziehender

Streifen, der in Folge einer dicht unter der Oberfläche gelegenen, seiner Bahn folgenden Vene (Vena colliculi caudati) sich oft durch bläuliche oder bräunliche Farbe bemerkbar macht. Der Grenzstreif ist seiner Wesenheit nach nicht unwichtig, indem er den dorsalen Rand einer Markplatte darstellt, welche zwischen dem Seh- und Streifenhügel liegt und mit der Capsula interna zusammenhängt (Fig. 282, st). Die Stria terminalis beginnt dicht vor dem Fora-

Fig. 282.

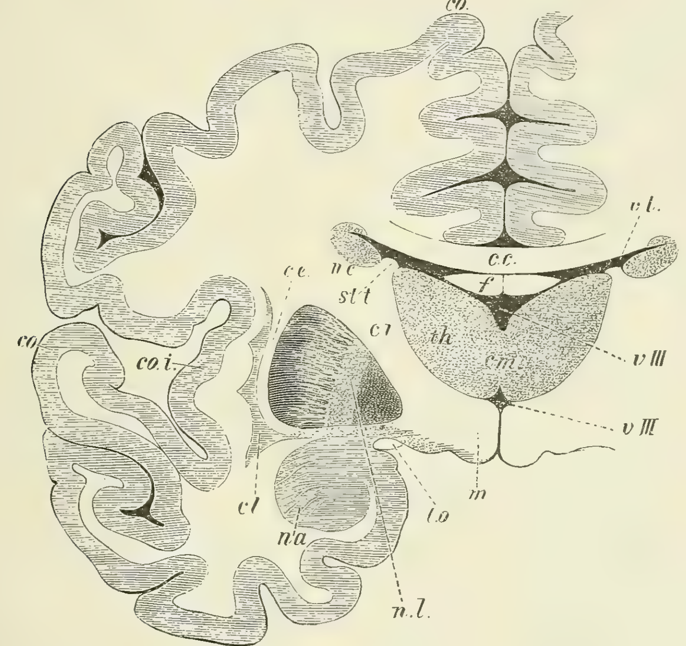



Fig. 282. Frontalschnitt durch Grosshirn und Zwischenhirn im Gebiet der Commissura mollis.

co, graue Rinde der Grosshirn-Hemisphäre. co.i, graue Rinde der Insel. cl, claustrum oder Vormauer. c.c. Balken. f, Körper des fornix. n.c, nucleus caudatus. st t., stria terminalis. th, Sehhügel cm, commissura mollis. v.l, Seitenventrikel. v.lll, dritter Ventrikel. m, corpus mamillare. t.o., tractus opticus. c.i., capsula interna. c.e., capsula externa. n.l., nucleus lentiformis (Linsenkern) mit seinem drei Gliedern. n.a., nucleus amygdalae (Mandelkern).

men Monroi auf der lateralen Fläche der Columna fornicis und am Boden des Vorderhorns. Sie hat hier die ansehnliche Breite von 4 mm, die sich nach hinten auf $2 - 1^1/_2$ mm vermindert. Im Unterhorn folgt die Stria terminalis dem medialen Rand des Unterhorndaches und nimmt den dorsalen Insertionsrand des (noch zu beschreibenden) Plexus chorioideus lateralis des Unterhorns auf, während der ventrale Insertionsrand von der Fimbria des Fornix (s. S. 472) aufgenommen wird. Sie endigt in der Spitze des Unterhorns.

3) Medianwärts von der Stria terminalis befindet sich die dorsale freie Fläche des Thalamus und zunächst der schmale intraventrikuläre Streifen dieser Fläche, während der übrige Theil dieser Fläche extraventrikulär gelegen ist.

4) Das Dach des dorsalen Theils des Ventriculus lateralis wird gebildet vom Corpus callosum und seiner Ausstrahlung. Das Knie des Balkens schliesst den Seitenventrikel nach vorn ab, bildet also die vordere Wand und selbst den vorderen Theil der unteren Wand desselben.

5) Die mediale Wand des Vorderhorns und des vorderen Theils der Cella media wird gebildet durch das Septum pellucidum (s. S. 451). Das Gewölbe hilft die mediale Wand des Seitenventrikels in dessen ganzem ringförmigen Theil begrenzen; es bildet hiernach auch einen Theil der medialen Wand des Vorderhorns (Fig. 255, Lsp und cf).

Die Verhältnisse der Cella media ergeben sich zum grössten Theil aus dem bereits vom Vorderhorn Angegebenen; dem ist noch das folgende hinzuzufügen. Die Cella media ist eine bis 15 mm breite Spalte, deren vom Balken gebildetes Dach jederseits unter spitzem Winkel an den Boden grenzt, wie Fig. 283 deutlich erkennen lässt. Der Boden wird an der lateralen Ecke vom

Fig. 283.

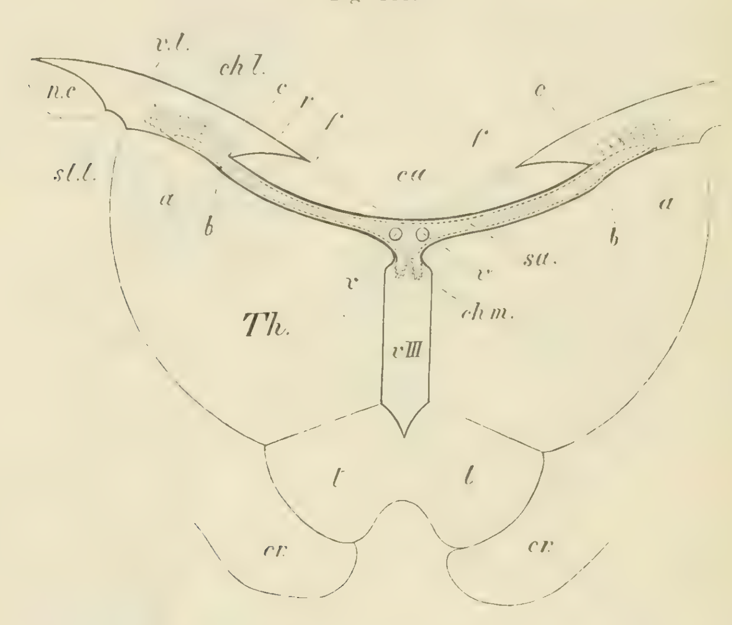


Fig. 283. Frontalschnitt durch das Zwischenhirn und die Seitenventrikel. Halbschematisch. $^2/_1$.

Th, Sehhügel. t, Haube. cr, Grosshirnschenkel. vIII, dritter Ventrikel. v.l., Seitenventrikel. r, dessen recessus zwischen oberer Fläche des Fornix (f) und unterer Fläche des Balkens (ca). n c., nucleus caudatus. st t., stria terminalis. Von der lateralen Kante des Fornix c brückt sich ein den Plexus chorioideus lateralis (ch.l.) tragendes Pialblatt nach a auf der oberen Fläche des Sehhügels hinüber. Die Pialblätter hier, sowie an der unteren Seite des Fornix und auf der oberen Fläche des Thalamus und dritten Ventrikels sind durch punktirte Linien angedeutet, das Epithel der Plexus chorioidei schematisch durch eine ausgezogene vielfach eingebuchtete Linie. Zwischen beiden Pialblättern befindet sich lockeres subarachnoidales Gewebe (sa) und die Querschnitte zweier grösserer Venen (v, v). ch.m., Plexus chorioidei des dritten Ventrikels. b bezeichnet die Stelle des Sulcus chorioideus auf der Oberfläche des Sehhügels.

Colliculus caudatus (n.c) gebildet; medianwärts folgt darauf die Stria terminalis, die lateral-ventriculäre Fläche des Sehhügels, der Plexus chorioideus lateralis mit seiner Epithelbekleidung (Lamina chorioidea), die dorsale Fläche des freien, mit dem Balken nicht verwachsenen Fornix-Theils (r). Zwischen der ventralen Fläche des Fornix und der gegenüberliegenden dorsalen Sehhügelfläche befindet sich auf beiden Seitenhälften die Tela chorioidea, die aus einem dorsalen und ventralen Pialblatt besteht, zwischen welchen lockeres subarachnoidales Gewebe sich befindet. Das ventrale Pialblatt entwickelt als Decke des Ventriculus tertius (v.III.) den paarigen Plexus chorioideus lateralis (ch.m), auf den die

Epithelbekleidung des dritten Ventrikels übergeht. Der Seitenventrikel (vl) zeigt sich allseitig geschlossen, und zwar geht das Epithel seiner Wand von der lateralen Spitze des Fornix auf den Plexus chorioideus lateralis über, von letzterem auf die lateral-ventriculäre Fläche des Sehhügels u. s. f.

Das Hinterhorn ist eine lateralwärts convexe, medianwärts concave Spalte, deren Spitze dem Occipitalpol zugewendet ist. Der Querschnitt ist ungefähr dreiseitig. Die dorsale Wand wird von der Balkenstrahlung gebildet. Die ventrale Fläche ist nahezu horizontal und wird von Marktheilen des Hinterhauptslappens getragen. Die mediale Wand zeigt meist zwei übereinanderliegende Längswülste, von welchen der eine, untere, Calcar avis s. Pes hippocampi minor, Vogelsporn genannt, und durch das tiefe Eindringen der Fissura calcarina gebildet wird, während der andere, obere, Bulbus cornu posterioris [Henle] heisst und durch die als Forceps posterior bezeichnete Ausstrahlung des Balkens in den Hinterhauptslappen bewirkt wird (Fig. 284, ca und b.c.p). Der Boden des Hinterhorns ist in der Regel mehr oder weniger stark convex gewölbt, und verdankt diese Wölbung ihren Ursprung dem tiefen Eindringen des Sulcus collateralis (s. occipito-temporalis); die in den Boden des Unterhorns sich fortsetzende Wölbung hat den Namen Eminentia collateralis Meckelii erhalten.

Fig. 284.

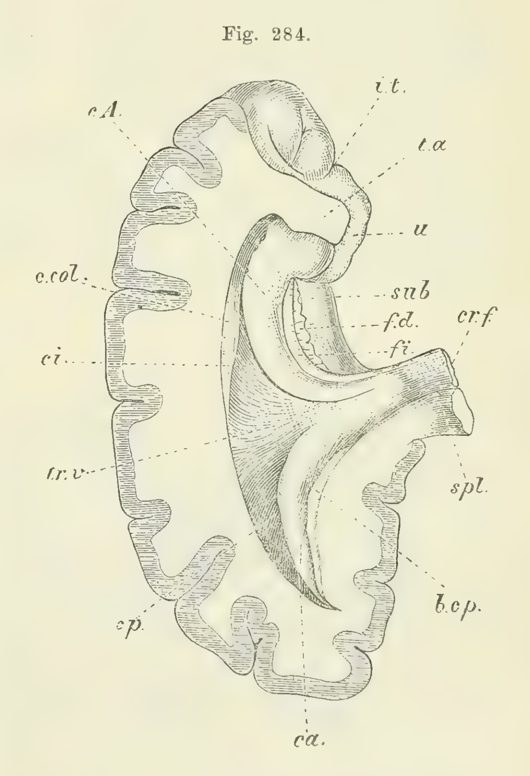


Fig. 284. Unterhorn und Hinterhorn des Seitenventrikels von oben her eröffnet.

cr.f., Durchschnittenes crus fornicis. spl., durchschnittenes splenium corporis callosi. fi, fimbria. f.d., fascia dentata. c.A., cornu Ammonis. sub, subiculum cornu Ammonis. u, Hakenwindung. t.a., tuberculum amygdalae. i.t., incisura temporalis. b.c.p., bulbus cornu posterioris. ca, calcar avis. ci, Unterhorn. cp., Hinterhorn. tr.v., trigonum ventriculi lateralis. e.col., eminentia collateralis.

Das Unterhorn erstreckt sich bis auf 12 mm Entfernung vom Vorderende des Gyrus uncinatus, und hat dreiseitigen Querschnitt. Die ventrale Fläche des Unterhorns ist die Fortsetzung des Bodens des Hinterhorns nach vorn-unten und zeigt die Eminentia collateralis Meckelii. Im Bereich des Unterhorns ist letztere medianwärts durch eine nach vorn sich vertiefende Furche von dem Pes hippocampi geschieden, durch den Sulcus digitatus (links von cA, Fig. 284). Im mittleren Theil des Unterhorns hat die Eminentia collateralis ihren Isthmus; im vorderen Theil nimmt sie wieder an Breite zu und endet abgerundet vor und lateralwärts von dem Pes hippocampi. Das Dach des Unterhorns wird wie das des Hinterhorns vor Allem durch die Forceps-Strahlung des Balkens gebildet; dieses Dach der beiden genannten Hörner hat insbesondere den Namen Tapetum, und heisst die bezügliche Balkenstrahlung die Ta-

petum-Ausbreitung des Balkens. Das Dach des Unterhorns besteht aber ferner auch aus der Fortsetzung der Cauda colliculi caudati und aus dem zugehörigen Theil der Stria terminalis.

Die grösste Merkwürdigkeit besitzt das Unterhorn in dem Pes hippocampi major, Hippocampus s. Cornu Ammonis. Man kann den Hippocampus zur unteren Wand des Unterhorns rechnen, oder man bezieht ihn zur medialen. Der ihn bildende Wulst ist halbmondförmig gekrümmt, etwa 50 mm lang, beginnt vor dem Bulbus cornu posterioris und verläuft mit lateralwärts gerichteter Convexität nach vorn. Während dieses Verlaufes nimmt er an Breite und Höhe zu und zeigt sich im vorderen verbreiterten Theil durch (2—4) seichte Furchen in eine variable Anzahl nebeneinander liegenden Klauen (Digitationen) gegliedert. Besonders deutlich ausgesprochen und constant ist einer dieser secundären Wülste, der mediale, der sich seinerseits in das hintere Ende des Gyrus uncinatus fortsetzt, wie der Gyrus uncinatus in das vordere. Durch letzteren Uebergang wird ein vorderer, durch ersteren also ein hinterer Haken gebildet, welcher letztere auch die Fimbria aufnimmt. Dass die Crura fornicis nicht allein in die Fimbria sich fortsetzen, sondern auch in den Hippocampus selbst, wurde bereits früher (S. 465) hervorgehoben.

Die mediale Wand des Unterhorns wird aber nicht allein vom Hippocampus gebildet, sondern auch von der Lamina chorioidea und dem Plexus chorioideus, der sich von der Cella media aus in das Unterhorn fortsetzt, ohne in das Hinterhorn einzudringen, oder letzteres nur mit einem stumpfen Fortsatz betheiligend. Ein Querschnitt (Fig. 285, von der rechten Hemisphäre) zeigt dies

Fig. 285.

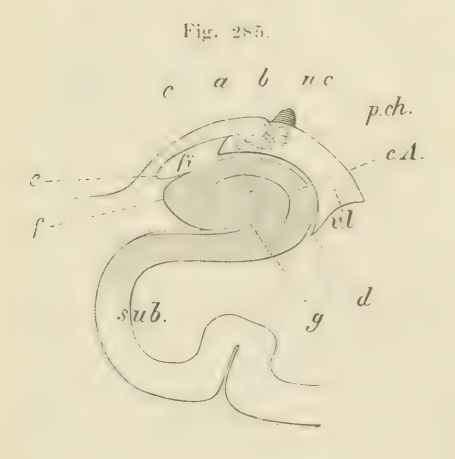


Fig. 285. Frontalschnitt durch Ammonshorn und Unterhorn des Seitenventrikels. $^2/_1$.

v.l, Unterhorn des Seitenventrikels. sub., subiculum cornu Ammonis. c.A., Ammonshorn, auf der Ventrikelseite von d bis c mit weisser Marklamelle bedeckt, die bei c in die fimbria, fi, übergeht. Zwischen a und b spannt sich die das Adergeflecht p.ch. tragende Piallamelle aus; die Fortsetzung der Pia mater auf der freien Oberfläche ist punktirt dargestellt. n.c, Schweif des nucleus caudatus. f, fascia dentata Tarini. g, lamina medullaris involuta, aus der Substantia reticularis alba hervorgehend.

sehr deutlich Der Hippocampus (Cornu Ammonis) trägt die Fimbria (fi). Von letzterer geht der Plexus chorioideus mit seinem Epithel (der Lamina chorioidea) aus, dessen Zotten in den Ventrikelraum (vl) vorspringen. Dorsalwärts ist dieser Theil (die Adergeflechtsfalte) bei b, am lateralen Rand der Cauda colliculi caudati (entsprechend der Stria terminalis) angeheftet. Diejenige Hirnwindung, welche das Cornu Ammonis trägt, hat den Namen Subiculum cornu Ammonis. Ventralwärts von der Fimbria findet sich die Fascia dentata Tarini.

Die vom Foramen Monroi bis zum Uncus sich erstreckende, von der Adergeflechtsfalte geschlossene ausgedehnte Spalte hielt man in früherer Zeit für den offenen Zugang in das Innere des Grosshirns und seiner Ventrikel: daher der alte Name Fissura transversa cerebri, Querspalte, Randspalte des Grosshirns.

III. Die Grosshirnganglien.

Ausser der grauen Rinde besitzen die Grosshirnhemisphären noch andere graue Massen, die als Grosshirnganglien bezeichnet werden. Nach geschehener Betrachtung der inneren Oberfläche des Grosshirns, d. h. seiner Ventrikelwände, wird es uns nunmehr leicht werden, die Verhältnisse der Grosshirnganglien genau aufzufassen. Die Grosshirnganglien sind ihrem eigentlichen Wesen und ihrer entwicklungsgeschichtlichen Stellung nach nichts anderes, als mehr oder weniger modificirte und selbständiger gewordene Theile des grossen Ringes grauer Substanz, welcher an jeder Hemisphäre vorhanden ist. Ein Theil dieses grossen, auf den Querschnitt bezogenen, im Gebiet des Foramen Monroi, im Gebiet der Adergeflechtsfalte, der Balken- und Hirnschenkeleinstrahlung unterbrochenen Ringes grauer Substanz wird von der grauen Rinde, ein anderer Theil von den Grosshirnganglien gebildet. Es kann hiernach keineswegs auffallen, sondern es ist natürlich, dass Beziehungen zwischen beiden bestehen, es sind eben Uebergänge und Zusammenhänge vorhanden; eine Besonderheit spricht sich in den genannten Ganglien dadurch aus, dass sie sämmtlich ventrale und zwar zugleich mediale Lage gegenüber der Hirnrinde haben.

Die zu betrachtenden Ganglien sind der Nucleus caudatus, lentiformis, taeniaeformis und Nucleus amygdalae.

1) Der Nucleus caudatus, geschwänzter Kern (Fig. 282, 286), bildet die Grundlage des uns bereits bekannten Colliculus caudatus, folgt dem Verlauf des letzteren und hat dessen Breite. Er ist im vorderen Theil zugleich am dicksten und nimmt nach dem Schwanzende immer mehr an Masse ab. Mit der medialen Kante seiner dorsalen Fläche stösst er an die Stria terminalis, mit der lateralen erreicht er das laterale Ende des Seitenventrikels und sendet, wie Fig. 286 zeigt, im Uebergangsgebiet zwischen Körper und Schweif selbst noch eine hakenförmige Verlängerung auf den lateralen Theil des Ventrikeldaches. Da der Schweif des geschwänzten Kerns neben dem Thalamus zum Dach des Unterhorns umbiegt, so wird der Kern durch einem Frontalschnitt in der Gegend des hinteren Theils des Thalamus zweimal getroffen werden. Die laterale Fläche des Nucleus caudatus ist der Capsula interna zugewendet und im Gebiet des Schweifes convex; im Gebiet

Fig. 286.

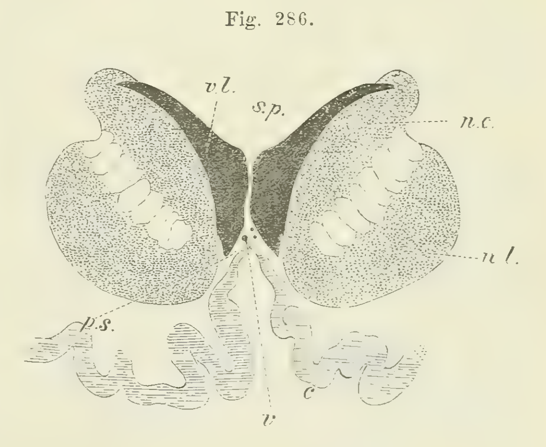


Fig. 286. **Frontalschnitt durch den Basaltheil des Grosshirns im Gebiet des Septum pellucidum.**

Der ventriculus septi ist hier (im hinteren Abschnitte desselben) obliterirt. s.p., septum pellucidum, über ihm Balkenkörper; an der Basis des septum links der Querschnitt einer (v), rechts zweier Venen. Unterhalb dieser geht das septum durch Vermittlung des pedunculus septi (p.s.) in die weisse Substanz an der Orbitalfläche des Stirnlappens über. c, graue Rinde. n c., nucleus caudatus, mehrfach verbunden mit dem nucleus lentiformis n.l. v.l., Vorderhorn des Seitenventrikels.

des Kopfes dagegen wird sie schwach concav, und zugleich tritt hier der ventrale Rand mit dem gegenüberliegenden ventralen Rand des Nucleus lentiformis in unmittelbare Substanzverbindung. Ausser dieser ventralen Brücke zwischen beiden zugewendeten Flächen des Nucleus caudatus und lentiformis kommen weiter dorsalwärts graue Verbindungsstreifen vor. Diese Streifen gaben früher die Veranlassung zu dem Namen Corpus striatum ab, womit also die beiden genannten Kerne und ihre Verbindungsmasse bezeichnet wurden.

Der Nucleus caudatus ist von einem dicken Ependym (Epithel und subepitheliale Schicht, d. i. Fortsetzung der Substantia gelatinosa centralis) überkleidet und enthält ausser Nervenfasern besonders zwei Arten von Nervenzellen: 1) grössere multipolare (von 30 μ) und 2) viel zahlreichere kleine multipolare (von 15 μ). Dazu kommen noch eigenthümliche rundliche in Lücken gelagerte Zellen (Henle).

2) Der Nucleus lentiformis, Linsenkern (Fig. 282 u. 286). Der Linsenkern liegt lateralwärts vom Nucleus caudatus und wird von ihm durch die Capsula interna getrennt. Vorn-ventralwärts hängt er mit dem Nucleus caudatus zusammen; einen ferneren Zusammenhang bewirken die weiter dorsalwärts gelegenen grauen Verbindungsstreifen. Die mediale Fläche liegt der Capsula interna an und sieht nach innen-oben; die laterale Fläche steht vertikal, ist leicht gewölbt, der Inselrinde parallel und grenzt an die Capsula externa; die ventrale Fläche liegt horizontal und hängt in ihrem mittleren Theil mit der grauen Substanz der Substantia perforata anterior zusammen. Der Querschnitt ist hiernach dreiseitig und sieht die Schneide des Keils gegen den Hirnschenkel. Am frischen Präparate lassen sich durch Farbenunterschiede leicht drei verschiedene, in Querrichtung nebeneinander liegende Theile des Linsenkerns unterscheiden; man nennt sie die Glieder desselben. Das äussere Glied ist das längste und überragt die beiden andern nach vorn und nach hinten: es ist von rothbrauner Farbe und mit feinen weissen Streifen durchsetzt. Man nennt es seit Burdach Putamen (Schale). Die beiden inneren Glieder sind blass und gelbgrau, thalamusfarbig und hat man darum auch schon geglaubt, sie mit dem Thalamus zu einem gemeinschaftlichen Körper vereinigen zu können; sie heissen Globus pallidus. Der vordere Theil der ventralen Fläche oder Basis des Linsenkerns wird von der Commissura anterior gekreuzt und erhält eine Furche von ihr. Der vordere Theil des Linsenkerns, der allein aus dem Putamen besteht, ist gegenüber dem Querschnitt des Kopfes des geschwänzten Kerns sehr klein; er erstreckt sich auch nicht so weit nach vorn als der Kopf des geschwänzten Kerns, der von allen Ganglien am weitesten nach vorn reicht. Sehr instructive Bilder gewähren auch Horizontalschnitte. Ein solcher (Fig. 259) zeigt uns die schwach convexe Aussen- und die stark convexe, aus zwei Theilen bestehende Innenwand des Linsenkerns, so dass man auch hier drei Seiten unterscheiden kann. Die grosse äussere Seite sieht zur Capsula externa, die vordere zum geschwänzten Kern, die hintere zum Sehhügel. Dem Uebergang der vorderen in die hintere entspricht das Genu capsulae internae (g) und die Stria terminalis. Auch auf Sagittalschnitten hat der Linsenkern die Form einer biconvexen Linse. Vorn und hinten ist der ventrale Rand frei, in der Mitte aber mit der Substantia perforata anterior verbunden.

Der Bau des Putamen stimmt mit dem des Nucleus caudatus überein, wie er ja auch vorn mit demselben ununterbrochen zusammenhängt. Die blassere Farbe der beiden inneren Glieder, von welchen das innerste wieder etwas dunkler ist, rührt von einem grösseren Reichthum an Nervenfasern, aber auch von zahlreichen gelb pigmentirten multipolaren Ganglienzellen her. Die drei Glieder des Linsenkerns sind von einander abgesetzt durch dünne Markplatten, Laminae medullares externa und interna, welche Ausläufer in die Substanz der einzelnen Glieder entsenden (Fig. 262, lm, lm [1]) und durch die innere Kapsel hindurch mit dem Nucleus caudatus in Verbindung stehen (x). Auf der ventralen Seite des Linsenkernes hingegen treten beide Laminae medullares zu einem Faserbündel zusammen, welches längs der ventralen Seite medianwärts verläuft und so auf nächstem Wege den medialen Rand des Hirnschenkel erreicht. Man nennt dieses Bündel die Linsenkernschlinge Ansa lenticularis. Ausführlicheres über die Faserverbindungen des Linsen- und geschwänzten Kerns s. im Abschnitt Leitungsbahnen.

3) Der Nucleus taeniaeformis s. lateralis, Bandkern, Claustrum, Vormauer (Fig. 282), liegt an der lateralen Seite der Capsula externa und stellt eine vertikale schmale (1—2 mm dicke) Platte grauer Substanz dar, die sich ventralwärts auf das doppelte verdickt und hier mit der Substantia perforata anterior medianwärts zusammenhängt. Die mediale Fläche ist glatt, die laterale von Strecke zu Strecke in graue Leisten vorspringend. Von der grauen Rinde der Insel ist die Vormauer durch ein ansehnliches Marklager getrennt, die Capsula extrema, welche dem Marklager der übrigen grauen Rinde der Hemisphäre entspricht.

4) Der Nucleus amygdalae (Fig. 282) ist ein verdickter Theil der Rinde des Schläfenlappens, welcher vor der Spitze des Unterhorns des Ventriculus lateralis gelegen ist und in Form eines vor dem Ende des Ammonshorns gelegenen Wulstes gegen die Höhle des Unterhorns vorspringt. In Folge dieser Verdickung hat der betreffende Theil der Rindenschicht eine gewisse Selbstständigkeit erlangt und zeigt sich an geeigneten Frontalschnitten auf drei Seiten von weisser Substanz umgeben.

Blicken wir auf die verschiedenen Ganglien des Grosshirns zurück, so ergibt sich also, dass der Mandelkern, die Vormauer und der Linsenkern direct mit der grauen Rinde des Schläfenlappens und der Substantia perforata anterior zusammenhängen, während der geschwänzte Kern mit dem Linsenkern zusammenhängt. Nimmt man den Nucleus amygdalae aus, so können die übrigen Kerne sehr wohl mit dem Stammlappen der Hemisphäre zu einem Ganzen vereinigt werden, von welchem sie eben besonders modificirte, auch unter sich wieder verschiedene Theile darstellen. Am weitesten dorsal liegt der geschwänzte Kern. Sie alle aber liegen an der medialen Wand des grauen Rings der Hemisphäre. Mit Bezug auf die Capsula interna könnte man den Nucleus caudatus auch das Dorsalganglion der Hemisphäre nennen, während die übrigen die Ventralganglien derselben darstellen. Es darf dies um so eher geschehen, als in der That der Nucleus caudatus mit einer dorsalen Umbiegung selbst auf das dorsale Ventrikelepithel übergreift. Zwischen dem Nucleus caudatus und lentiformis wurde durch die Entwicklung des Hirnschenkels die Hemisphärenwand durchbrochen, ausgenommen an den zwischen beiden Ganglien noch vorhandenen Verbindungen. Zwischen Thalamus und Grosshirnganglien ist die Trennung eine

ursprüngliche, sie entspricht eben der Grosshirn-Zwischenhirnfurche, deren Bahn der Hirnschenkel für seinen Verlauf benutzte.

IV. Die weisse Substanz des Grosshirns

Die gewaltigen Massen grauer Substanz, welche die Rinde des Grosshirns und seine Ganglien bilden, lassen auch entsprechende Mengen von Leitungsbahnen voraussetzen. In der That nimmt die weisse Substanz, wie schon früher erwähnt, einen beträchtlichen Raumtheil im Grosshirn ein und sehen wir dieselbe überall die Ausfüllungsmasse bilden zwischen der Rinde, den Ganglien und dem Ventrikelependym. Am breitesten erscheint das Marklager an einem Horizontalschnitt, welcher die dorsale Fläche des Balkens streift. Es stellt hier ein grosses weisses Feld von ovaler Form dar, welches den Namen Centrum semiovale Vieussenii erhalten hat (Fig. 289). Sein Aussenrand ist reichlich mit Vorsprüngen besetzt, welche als Markleisten in die Höhlungen der Rindenwülste passen. Am medialen Rand geht das Centrum semiovale in der Ausdehnung des Balkens unmittelbar in dessen Fasermassen über.

An der Zusammensetzung des ganzen Markkörpers sind vor Allem drei verschiedene Arten von Faserstrahlungen betheiligt:

1) kleinere und grössere, kürzere und längere Bündel, welche unter der Oberfläche der grauen Rinde dieser entlang laufen und Verbindungen zwischen näheren und entfernteren Bezirken der Rinde derselben Hemisphäre bewerkstelligen; man nennt sie Associationssysteme.

2) Die Strahlungen des Balkens und der vorderen Commissur, welche identische Bezirke der beiden Hemisphären miteinander verbinden.

3) Die Ausstrahlungen der Hirnschenkel.

1) Die Associationssysteme der Grosshirnrinde (Fig. 287 u. 288).

Fig. 287.

Fig. 287. Hemisphäre des menschlichen Grosshirns des Spinalnerven zur Kennzeichnung der langen Associationssysteme. 1/4.

a, Fasciculus arcuatus; c, Cingulum; u, Fasciculus uncinatus; li, Fasciculus longitudinalis inferior; o, Occipitalpol; f, Stirnpol der Hemisphäre.

a) Fibrae propriae [Meynert] s. Laminae arcuatae gyrorum [Arnold], dargestellt durch Faserzüge, welche sich von einer Windung bogenförmig zur andern wenden.

b) Fibrae transilientes. Man kennt seit Burdach und Arnold fünf solche Bündel:

1) Fasciculus uncinatus, Hakenbündel. Von der unteren Stirnwindung über die Inselschwelle zum Gyrus uncinatus und den angrenzenden Theil des Schläfenlappens ziehend (Fig. 287, u).

2) Fasciculus longitudinalis inferior, unteres Längsbündel [Arnold], das Endstück des Hinterhauptlappens mit dem des Schläfenlappens verbindend, und dabei an der lateralen Seite des Hinterhorns vorbeiziehend (Fig. 288 fi).

Fig. 288.

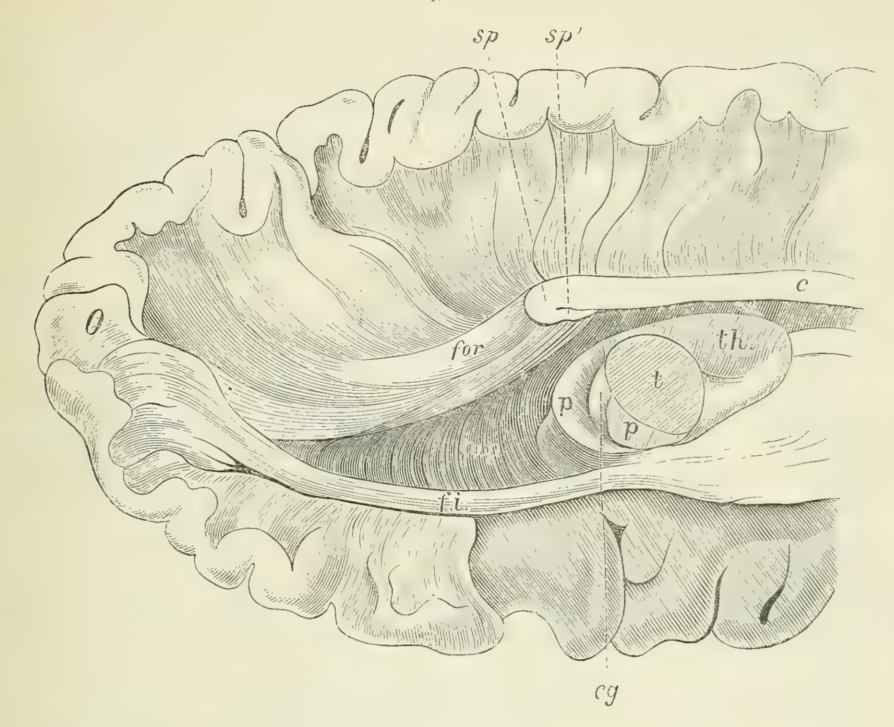


Fig. 288. Hinterer Theil der Balkenstrahlung der linken Hemisphäre, von innen gesehen.

c, Durchschnitt des Balkenkörpers. sp, der obere, sp', der umgeklappte Theil des splenium corporis callosi. for, die Forceps-Strahlung des splenium. tap, die Tapetum-Strahlung. th, mediale Wand des thalamus opticus. t, Durchschnitt der Haube. p, Durchschnitt des Hirnschenkelfusses. c.g., corpus geniculatum mediale. p, pulvinar thalami. f.i., fasciculus longitudinalis inferior. O, Spitze des Hinterhauptlappens.

3) Fasciculus arcuatus s. longitudinalis superior, Bogenbündel, oberes Längsbündel [Burdach]. Es verbindet nach Meynert und Huguenin wesentlich Stirn- und Hinterhauptlappen und zwar von ersterem besonders die mittlere Stirnwindung. Sein Zug, der nur schwer und unvollkommen darstellbar ist, durchläuft das Centrum semiovale (Fig. 287 a).

4) Cingulum, Zwinge [Burdach] (Fig. 287 c). An der inneren Fläche des Gyrus fornicatus findet sich ein Faserzug, welcher an der medialen Seite der Hemisphäre, von der Lamina perforata anterior an, in unmittelbarem Anschluss dem Balken, darauf dem Wege des Gyrus hippocampi folgt und bis zum Haken gelangt. Der grössere Theil dieses Bündels bleibt innerhalb des Gyrus fornicatus vom Balken bedeckt, gibt fortwährend Fasern an die benachbarten Windungen ab und empfängt neue. Es endet verbreitert grossentheils im centralen Mark des Gyrus hippocampi, zum kleineren Theil überzieht es die Oberfläche desselben und bildet dessen bereits erwähnte Substantia reticularis alba (s. S. 451).

5) Fornix, Gewölbe (Fig. 268). Der Verlauf des Gewölbes wurde bereits S. 451 geschildert. Ein Theil der Fornixfaserung geht nicht bis zum Corpus mamillare herab, sondern endet im Septum pellucidum. Andrerseits strahlt die Fornixfaserung in den Hippocampus und Gyrus uncinatus aus.

2) Die Commissurenfasern.

a) Der Balken, Trabs cerebri, Corpus callosum, Commissura maxima. Man unterscheidet an ihm einen freien mittleren Theil und eine seitliche Ausstrahlung, den Balkenstamm und die Balkenstrahlung [Burdach].

Der Balkenstamm (Fig. 289) ist beim Auseinanderziehen der dorsalen Ränder beider Hemisphären als eine in der Tiefe der Incisura

Fig. 289.

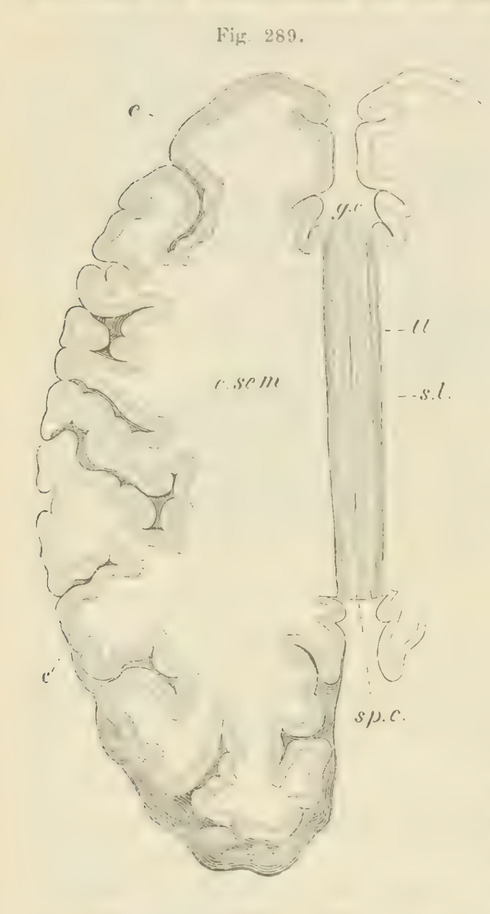


Fig. 289. Horizontalschnitt durch die linke Hemisphäre des Grosshirns unmittelbar über der oberen Fläche des Balkenkörpers. $^{2}/_{3}$.

Auf dem Durchschnitt durch die Hemisphäre erkennt man die graue Rinde c, c und die weisse Markmasse (c. sem.), das centrum semiovale Vieussenii. Rechts von letzterem ist die etwas schmatisch gehaltene dorsale Fläche des Balkenstammes sichtbar, den Balkenkörper enthaltend, bei g.c. in das Balkenknie, bei sp. c. in das splenium corporis callosi übergehend. s.l. striae longitudinales. t, t, taeniae tectae.

pallii liegende markige Brücke sichtbar, welche eine Länge von 7—9 cm besitzt. Mit seinem vorderen Rand ist der Balken vom Vorderrand der Hemisphäre etwa 3 cm entfernt, eben so tief liegt er unter der dorsalen Fläche der Hemisphären. Vom Occipitalpol ist der hintere Rand des Balkens 5—6 cm entfernt. Die dorsale Fläche des Balkens ist von der überliegenden Hemisphärenwand durch den Sulcus corporis callosi abgegrenzt, welcher bis 5 mm tief eindringt. So kommt es, dass der freie Theil des Balkens eine Breite von 15 mm erreicht. Nahe der Mittellinie laufen zwei weisse Längsstreifen, die vorn und hinten etwas auseinanderweichen; es sind dies die Striae longitudinales Lancisii. Die zwischen ihnen meist vorhandene Längsfurche heisst Raphe s. Sutura corporis callosi. Die Striae biegen vorn und hinten auf die ventrale Fläche um. Zwei andere Längsstreifen, Striae tectae s. longitudinales laterales, liegen verdeckt vom Gyrus fornicatus und werden nach Ablösung desselben sichtbar; sie gehören dem Cingulum, einem Associationsbündel an (s. S. 477). Die ventrale Fläche des Balkens, etwa 1 cm von der dorsalen entfernt, läuft im Ganzen der dorsalen parallel, abgesehen von beiden Enden, die noch besonders zu betrachten sind. Die ventrale Fläche ist in ihrer äusseren Hälfte entlang der Mittellinie mit dem Septum pellucidum verwachsen (s. Fig. 273 sp.), hinter ihm mit dem Körper und den Schenkeln des Gewölbes. Seitlich vom Septum pellucidum bildet der Balken das Dach der Vorderhörner und der Cella media und ist hier vom Ependym bedeckt. Der vordere Rand

des Balkenkörpers biegt sich, wie Medianschnitte am besten zeigen, in scharfer Krümmung nach vorn und unten um und gestaltet sich so zum Balkenknie, *Genu corporis callosi* (Fig. 273, gc). In Folge dieser Umbiegung entsteht ein 2 cm langes ventrales Horizontalstück, welches keilförmig zugeschärft ist und Rostrum corporis callosi genannt wird. Das Rostrum läuft seinerseits in ein sehr dünnes Markblatt aus, welches sich nach hinten-unten bis zur Lamina cinerea terminalis erstreckt und hier endigt. Dieses 1 cm lange dünne Markblatt heisst Commissura baseos alba [Henle]. Der vordere ventrale Rand des Septum pellucidum ist entlang der Mittellinie am Balkenknie und -Schenkel befestigt. Auf der vorderen Fläche des Balkenkniees dagegen bemerken wir die Fortsetzung der Striae longitudinales, die auf dem Rostrum weiterziehen und jederseits als kleine Wülste sich bis zur Substantia perforata anterior verfolgen lassen; sie haben den Namen Pedunculi corporis callosi.

Wie das vordere Ende des Balkens sich am Knie umrollt, so zeigt uns das hintere Ende des Balkens ein ähnliches Verhalten. Auch hier rollt sich der Balken um, doch mit einem geringeren Antheil und in der Weise, dass der umgerollte Theil sich innig an die ventrale Balkenfläche anlegt. So liegt dem vorderen Genu corporis callosi ein hinteres Geniculum gegenüber. In Folge dieser Verdoppelung ist der hintere Balkentheil verdickt, man nennt ihn Balkenwulst, *Splenium* corporis callosi. Das Splenium (1,5—1,8 mm dick) deckt von oben her die Zirbel und die Vierhügel. Zwischen ihr und dem Vierhügel liegt die sogenannte obere Querspalte des Gehirns (Fissura s. rima cerebri transversa), durch welche die Pia und das subarachnoidale Gewebe zum Dach des Ventriculus tertius gelangen und die Tela chorioidea superior bilden.

Abgesehen von den genannten schwachen Längsstreifen besteht der Balken nur aus Querfasern, welche jederseits in die Hemisphärenwand eindringen und zur Balkenstrahlung werden. Medianschnitte zeigen deutlich, dass diese queren Fasern zu frontal gestellten Blättern von etwa 1 mm Dicke vereinigt sind. An den Knieen neigen sich die zugehörigen Blätter in entsprechender Weise, wie Fig. 273 mit der eigenthümlichen Streifung der Balkenschnittfläche verdeutlicht.

Ueber die Lyra Davidis s. S. 452.

Die Balkenstrahlung, Radiatio corporis callosi, zerfällt in einen mittleren, dem Balkenkörper, in einen vorderen, dem Balkenknie, und in einer hinteren, dem Balkenwulst angehörigen Theil. Die Strahlung des Balkenkörpers versorgt den hinteren Theil der Stirnlappen und den gesammten Scheitellappen. Das Balkenknie versorgt den vorderen grösseren Theil das Stirnhirns. Da das Stirnhirn den vorderen Theil des Balkens weit überragt, so müssen die Kniefasern jederseits weit nach vorn ausgreifen; so entsteht die vordere oder kleine Zange *(Forceps anterior s. minor)*.

Der hintere Theil des Balkenkörpers und des Balkenwulstes ist für den Schläfen- und Hinterhauptslappen bestimmt. Der an das Splenium anstossende Theil des Balkenkörpers sendet seine Fasermassen in einem lateralwärts convexen Bogen lateral- und ventralwärts und verläuft in der dorsalen Wand des Hinter- und Unterhorns als eine ausgedehnte, ependymbekleidete Platte, die Tapetum genannt wird (Fig. 288, tap). Die Tapete enthält die Fasern für den Schläfenlappen und den unteren Theil des Hinterhauptslappens. Die Fasern des Splenium verlaufen besonders zu den hinteren und dorsalen Theilen des Hinterhaupts-

lappens. Die hinteren Theile erhalten ihre Fasern vom umgerollten Theil, indem dieser eben den hintersten Theil des Balkens darstellt. Die weit ausgreifenden beiderseitigen Faserzüge des Splenium bilden den Forceps major (for). Am Balkenknie zweigt sich nach Wernicke ein 1,5 mm dickes Bündel ab, welches an der Aussenfläche des Streifenhügelkopfes zur inneren Kapsel verläuft. Dass Hirnschenkelfasern in den Balken eintreten und durch ihn zur Rinde der Hemisphäre der entgegengesetzten Seite treten [Gratiolet], ist nicht wahrscheinlich. Von den wirklichen Beziehungen der Hirnschenkelstrahlung zur Balkenstrahlung wird vielmehr alsbald die Rede sein.

b) Die vordere Commissur, Commissura anterior (Fig. 255, 273 und 290). Sie liegt in der vorderen Wand des dritten Ventrikels und wird als

Fig. 290.

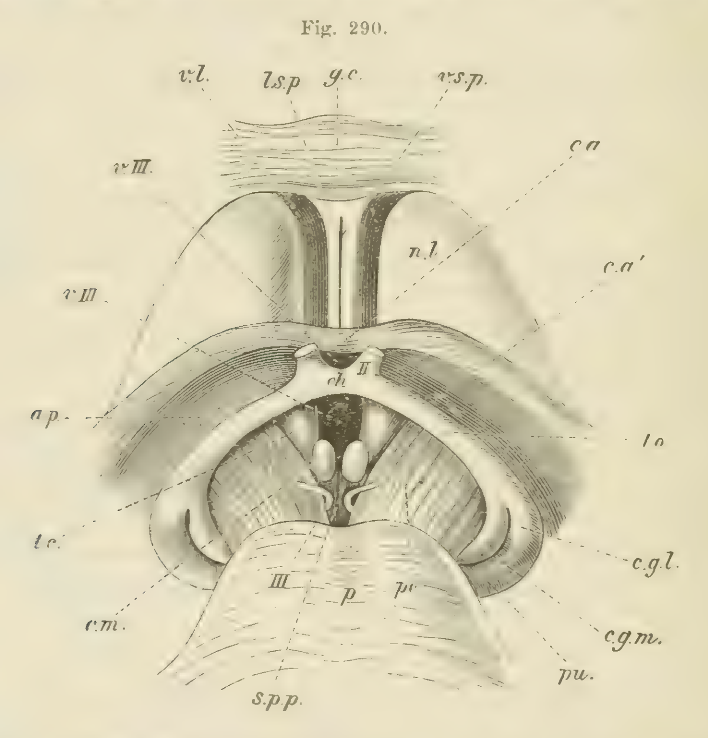


Fig. 290. Vordere Commissur von der Hirnbasis aus in ihrem Verlauf dargestellt. Es ist die basale Balkenfaserung (rostrum corporis callosi), ferner die lamina perforata anterior und ihre Nachbarschaft, sowie der Boden des dritten Ventrikels entfernt. Dadurch werden folgende Theile sichtbar; l.s.p., lamina septi pellucidi. v.s.p., ventriculus septi pellucidi v.l., Vorderhorn des Seitenventrikels. n.l., nucleus lentiformis. ca, mittlerer Theil, ca', seitliches Stück der commissura anterior. vIII, dritter Ventrikel. a.p., ansa peduncularis. Ausserdem sind zu erkennen: g.c., genu corporis callosi. ch, Chiasma. t.o., tractus opticus. c.g.m., corpus geniculatum mediale. c.g.l., corpus geniculatum laterale. pu, pulvinar thalami optici. t.c., Rest des tuber cinereum. c.m., corpus mamillare. pe, Grosshirnschenkel. s.p.p., lamina perforata posterior. III, N. oculomotorius. p, Brücke.

kurzer Querbalken zwischen beiden Columnae fornicis sichtbar, wenn man letztere nach eröffnetem Ventriculus tertius auseinanderdrängt (Fig. 255, co.a.). Auf dem Medianschnitt des Gehirns (Fig. 273, co.a.) hat sie elliptischen Querschnitt (5 und 4 mm). An diesen mittleren schliessen sich die seitlichen Theile in einem leicht nach vorn convexen Bogen an, welcher der Bahn des hinter ihm liegenden Tractus opticus nahezu parallel läuft (Fig. 290, ca). Innerhalb der Lamina perforata anterior und an der Basis des Linsenkerns, der von ihr eine

Furche erhält, ihren Weg nehmend, lässt sie sich bis zur Spitze des Schläfenlappens und zum hinteren Ende des Stammlappens verfolgen und stellt so wesentlich eine Commissur der Stammlappen und der aus dem Stammtheil des Grosshirns hervorgegangenen Riechlappen dar.

Dem entsprechend unterscheidet man eine Pars olfactoria und eine Pars temporalis. Ob Faserungen zur Insel gelangen, bleibt zweifelhaft. Eine Verbindung des Riechlappens der einen Seite mit dem Gyrus uncinatus der andern Seite (Riech-Chiasma von Meynert) scheint nicht vorhanden zu sein, sondern allein Commissurenfasern: nach Exstirpation des Bulbus olfactorius einer Seite beim Kaninchen atrophirt der Riech-Antheil der Commissur im Ganzen, nicht partiell [Ganser].

Die vorderen Fasern des Mittelstücks der Commissur gelangen über die obere Fläche der Seitentheile zum hinteren Rand, die hinteren über die untere Fläche zum vorderen Rand; die Fasern erfahren hienach eine spiralige Drehung.

3) Das Hirnschenkelsystem.

Die Einstrahlungen aus dem Gebiet des Hirnstammes lassen sich in zwei Unterabtheilungen gliedern: 1) Einstrahlungen aus den dorsalen Gebieten des Hirnstammes (Thalamus, Vierhügel, Kleinhirn) und der Haubenregion; 2) Einstrahlungen der Pedunculi cerebri.

Die Schilderung der einzelnen Bestandtheile fällt dem Abschnitt Leitungsbahnen zu. An dieser Stelle ist über das Hirnschenkelsystem das Folgende zu bemerken. Die Hirnschenkel treten an der ventralen Fläche des Thalamus, gedeckt vom Nucleus caudatus, in das Grosshirn ein, bilden hier die Hauptbestandtheile der inneren Kapsel (Capsula interna), und strahlen durch diese in dorsolateraler Richtung in die weisse Masse des Centrum semiovale ein. Diese Strahlung der Hirnschenkel zur ganzen Ausdehnung der Grosshirnrinde wird seit Reil der Stabkranz (*Corona radiata*) genannt. Im unteren Theil der inneren

Fig. 291.

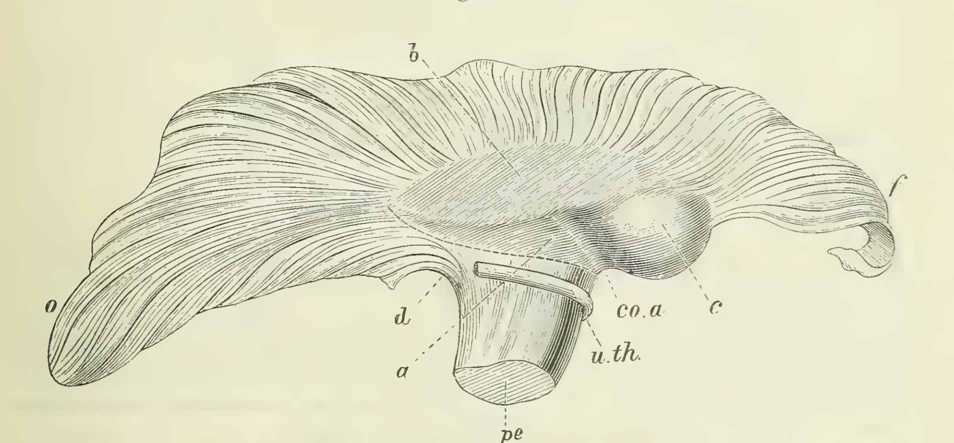


Fig. 291. Stabkranzfaserung. Faserungspräparat. Natürliche Grösse.

a, ventrale, b, laterale Fläche des Linsenkerns, erstere bei co.a mit dem Abdruck der herausgeschälten vorderen Commissur; c, Kopf des Nucleus caudatus, hier an der Basis mit dem Linsenkerne continuirlich; u.th., unterer Stiel des Thalamus, schematisch dargestellt; von f bis o Ausbreitung des Stabkranzes; pe, Pedunculus, bei d direkte Verbindung desselben mit dem zum Occipitallappen gerichteten Antheile des Stabkranzes (o).

Kapsel sind die Fasermassen der Hirnschenkel noch dicht gedrängt. Allmählich aber treten sie in zahlreiche von vorn nach hinten abgeplattete Blätter auseinander, die beim weiteren Aufsteigen sich deutlich sondern und ähnliche frontal gestellte Blätter der Balkenstrahlung zwischen sich durchtreten lassen. Die laterale Ansicht der Ausstrahlung zeigt die Kanten oder schmalen Seiten der Blätter und lässt sie als Stäbe erscheinen, daher der Name Stabkranz. In der Mitte des Stabkranzes stehen die Blätter vertikal, nach vorn und hinten aber gehen sie in zunehmend geneigte Lagen über, so dass sie schliesslich fast horizontal stehen.

Der Austritt der Fasermassen der inneren Kapsel erfolgt in der ganzen Länge der lateralen Kante des geschwänzten Kerns. Entsprechend der Bogenform des letzteren ist die Ausgangslinie der Ausstrahlung, der Fuss des Stabkranzes, ebenfalls bogenförmig gekrümmt. Die Ausstrahlung im Gebiet des Stirnlappens erfolgt nach vorn und oben (Fig. 291, f), im Gebiet des Scheitellappens nach oben, für den Hinterhauptslappen nach hinten (o), für den Schläfenlappen nach hinten und unten. Zur Erklärung der Fig. 291 ist noch zu bemerken, dass der Linsenkern (b) vorn und basalwärts mit dem Kopf des Nucleus caudatus zusammenhängt, der Nucleus caudatus aber, dem Linsenkern gegenüberliegend, die Fasermassen auf ihrer abgewendeten Seite kreuzt, so dass dieselben wie von einer hufeisenförmigen Schlinge umfasst werden.

Hüllen des Gehirns.

a) **Dura mater cerebri.**

Die harte Hirnhaut ist zugleich äussere Gehirnhülle und inneres Periost der Schädelknochen (Endocranium). Bei Kindern der Innenfläche des Schädels fester anhaftend, steht sie beim Erwachsenen an vielen Stellen nur in lockerer Verbindung mit ihr. Im Bereich der Schädelnähte und insbesondere des Körpers des Keilbeins und Hinterhauptsbeins jedoch ist auch beim Erwachsenen die Verbindung eine innige. Die äussere Oberfläche ist in Folge der mehr oder weniger zahlreichen Verbindungsfäden mit dem Schädelknochen mehr oder weniger rauh, die Innenfläche glatt. Letztere Fläche ist vollständig, erstere nur zwischen den Verbindungsfäden von Endothel bekleidet. Die innere, glatte Oberfläche der Dura steht mit den tiefer gelegenen Häuten in Verbindung 1) durch die verschiedenen Hirnvenen, welche zu den Sinus venosi der Dura gelangen, 2) durch die sogenannten Arachnoidalzotten (Pacchioni'sche Granulationen).

Eine Spaltung der Dura mater in zwei Blätter tritt an vielen Orten zu Tage: 1) im Bereich der eben genannten venösen Sinus; das äussere Blatt liegt dem Knochen an, das innere bildet die dem Schädelinnenraum zugewendete Wand des Sinus; 2) im Bereich des Cavum Meckelii, d. h. desjenigen Hohlraums, in welchem das Ganglion Gasseri des Trigeminus und der Anfangstheil seiner Aeste ihre Lage haben; 3) im Bereich des Saccus endolymphathicus des Gehörorgans, an der hinteren Fläche des Felsenbeins. Die Dura spaltet sich zur Aufnahme des genannten Sackes in zwei Blätter.

Fortsätze der Dura.

1) Die Duralscheiden der Nerven. Wie die Dura spinalis, so gibt auch die Dura cerebri Duralscheiden an die austretenden Nerven ab. So entsteht

z. B. die Duralscheide des N. opticus, die Duralscheiden der Aeste des Trigeminus u. s. w.

2) Den nach aussen dringenden Fortsätzen (den Duralscheiden) stehen die nach innen, in den Schädelraum vorspringenden Fortsätze gegenüber. Durch sie wird das Cavum cranii unvollständig in einige, den Haupttheilen des Gehirns entsprechende Abtheilungen zerlegt. Solcher Fortsätze sind zwei sagittale und ein transversaler vorhanden. Die beiden sagittalen werden Hirnsicheln (Falx cerebri und cerebelli), der transversale Fortsatz Kleinhirnzelt (Tentorium) genannt. Das Tentorium bildet keinen vollständigen Abschluss des von ihm bedeckten unteren Raums gegen den oberen Schädelraum; beide Räume stehen vielmehr miteinander in Verbindung durch das Foramen tentorio-basilare s. occipitale superius. Die vordere Begrenzung dieser Pforte wird durch die Sattellehne, die hintere durch einen tiefen Ausschnitt des vorderen Randes des Tentorium gebildet, durch die Incisura tentorii. Die drei genannten Fortsätze stossen an der Protuberantia occipitalis interna unter Bildung einer Kreuzfigur (*Processus cruciatus*) miteinander zusammen.

a) Das Tentorium (Fig. 292). Das Kleinhirnzelt bildet eine straffgespannte, dorsalwärts gewölbte Scheidewand zwischen der ventralen Fläche der Occipital-

Fig. 292.

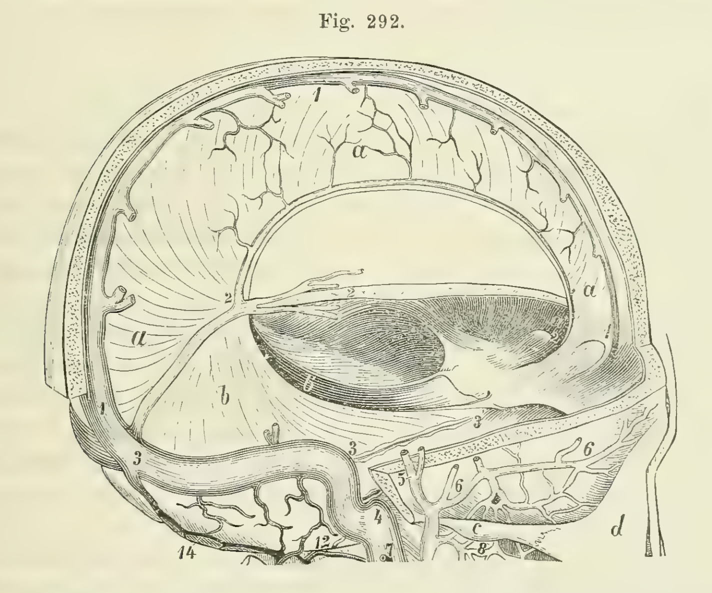


Fig. 292. Tentorium und Falx cerebri der Dura mater. 1/2.

Der grössere Theil des Schädeldaches ist entfernt, und nur das mittlere Bogenstück längs des Sulcus longitudinalis ist in Verbindung mit dem unteren Stücke des Stirnbeines erhalten; das Hinterhauptsbein ist ziemlich vollständig entfernt und dadurch die hintere Ansatzstelle des Kleinhirnzeltes mit dem in sie eingeschlossenen Sinus transversus blossgelegt. a, a, a, Falx cerebri, vorn zwischen 1 und 2 an der Crista galli befestigt; b, b', Tentorium cerebelli; bei b' der Schlitz, durch welchen das Mittelhirn die Verbindung zwischen Hinterhirn und Zwischenhirn herstellt. c, Jochbogen, d, Jochbein. 1, 1, 1, Sinus longitudinalis superior; von 2 bis 2, Sinus longitudinalis inferior; 3 bis 3', Sinus petrosus superior; 3, 3, Sinus transversus; 2 bis 3, Sinus rectus, von vorn die Vena magna Galeni aufnehmend. 4, Vena jugularis interna; 5, Vena temporalis superficialis; 6, Vena temporalis media. 14, Sinus occipitalis.

lappen des Grosshirns und der dorsalen Fläche des Cerebellum. Durch die Incisura tentorii wird die Form des Zeltes halbmondförmig. Man unterscheidet an ihm eine dorsale oder cerebrale, und eine ventrale oder cerebellare Fläche, einen

vorderen, (concaven, freien) und einen hinteren (convexen, befestigten) Rand. Der letztere inserirt 1) an den Lineae transversae des Hinterhauptsbeins und Seitenwandbeins, in deren Bereich er den Sinus transversus einschliesst; 2) an der dorsalen Kante des Felsenbeins, wo er den Sinus petrosus superior einschliesst. An der Spitze des Felsenbeins trifft der äussere mit dem inneren Rande zusammen. Eine von der Felsenbeinspitze zum Processus clinoideus anterior ziehende Fortsetzung des Randes heisst Plica petro-clinoidea lateralis; die von der Felsenbeinspitze zum Processus clinoideus posterior sich erstreckende Fortsetzung dagegen heisst Plica petro-clinoidea medialis.

An der Vereinigungsstelle des Tentorium mit der Falx cerebri befindet sich der Sinus rectus s. tentorii (Fig. 292, 2—3), welcher hinten im sogen. Confluens sinuum mündet, während er vorn die Vena magna Galeni s. cerebri communis interna aufnimmt (Fig. 292, bei 2).

b) Falx cerebri, Grosshirnsichel, Processus falciformis major (Fig. 292, a). Sie erstreckt sich von der Crista galli bis zur Protuberantia occipitalis interna, ist median gestellt und dringt zwischen beide Hemisphären des Grosshirns, entsprechend der Incisura pallii der letzteren, fast 3 cm tief ein, so dass sie vom Balken nur noch 2 mm entfernt bleibt. Der Fortsatz ist sichelförmig, besitzt zwei in sagittaler Richtung verlaufende Flächen, welche den medialen Flächen der Grosshirnhemisphären zugewendet sind, sowie einen convexen (äusseren, oberen, befestigten) und einen concaven (inneren, unteren, freien) Rand. Der convexe Rand haftet an der Crista frontalis und an den Seitenrändern des Sulcus sagittalis des Schädeldachs bis zur Protuberantia occipitalis interna. Der zwischen der ventralen und dorsalen Lamelle der Dura eingeschlossene Raum (Sinus longitudinalis superior) hat dreieckigen Querschnitt und ist von Endothel ausgekleidet. Der concave Sichelrand ist stärker gekrümmt, als der convexe, und viel kürzer, da er bereits im hinteren Winkel der Incisura tentorii endet. Er schliesst den Sinus longitudinalis inferior ein. Derjenige Rand endlich, mit welchem die Sichel entlang dem Sinus rectus in das Tentorium übergeht und mit diesem verbunden ist, stellt den Zeltrand oder die Basis der Sichel, der gegenüberliegende, welcher an der Crista galli befestigt ist, den Kammrand der Sichel dar.

c) Falx cerebelli, Kleinhirnsichel, Processus falciformis minor. Sie stellt eine Fortsetzung der Sichel im hinteren unteren Theil des Schädelgewölbes dar. Man unterscheidet an ihr eine Basis, welche die kleine Sichel mit dem Zelte verbindet, einen convexen (äusseren) und einen concaven (inneren) Rand. Der convexe Rand befestigt sich, den Sinus occipitalis bergend, an der Crista occipitalis interna. Entsprechend den beiden Schenkeln der letzteren läuft auch die kleine Sichel in zwei niedrige auseinanderweichende Falten aus, welche seitliche Fortsetzungen des Sinus occipitalis einschliessen können.

d) Operculum s. Diaphragma sellae. Das die dorsale Wand des Sinus cavernosus bildende Duralblatt brückt sich über den Türkensattel hinweg zu dem entgegenkommenden der anderen Seite, und lässt nur eine kleine mittlere Pforte frei, das Foramen operculare, für den Durchtritt des Infundibulum. Zwischen dem basalen und dorsalen Duralblatt der Sella turcica liegt die Hypophysis cerebri.

Der feinere Bau der Dura cerebri stimmt mit demjenigen der Dura spinalis im Wesentlichen überein (s. oben S. 338). Sie besteht aus dicht verflochtenen Bindegewebsbündeln. Der endocraniale Theil der Dura zeigt eine andere Faserung, als der innere, cerebrale [Key u. Retzius, Michel]. Die Hauptrichtung in der inneren Lage geht von vorn-median nach hinten-lateralwärts; in der äusseren von vorn-lateral nach hinten-medianwärts. Dazu kommen pinselförmige Ausstrahlungen in querer Richtung, die dem Ursprung der Sichel entsprechen. In Folge der Wucherung der Arachnoidalzotten kann die Dura stellenweise so verdünnt sein, dass sie siebförmig durchbrochen erscheint. An der Sichel strahlen die Fasern vom vorderen Ende der Basis radienartig zum convexen Rande aus; am Tentorium ziehen sie von derselben Stelle aus lateralwärts (s. Fig. 292, 2).

Die Dura mater cerebri erhält arterielle Blutgefässe von verschiedenen Seiten, und sind insbesondere die Arteriae meningeae mediae, meningeae anteriores sowie die meningeae posteriores externae und internae zu nennen. Sie verlaufen im äusseren Blatt, sind nur durch geringe Mengen von Bindegewebe vom Knochen getrennt und hinterlassen, wie aus der Knochenlehre bekannt ist, zum Theil bestimmte Furchen an den Knochen. Sie sind in der Regel von zwei Venen begleitet.

Was die Lymphgefässe betrifft, so ist in der Dura nur ein Saftbahnsystem vorhanden. Zwischen den verflochtenen Bindegewebsfibrillen bleiben nämlich feine capillare Spalträume frei, die wenigstens einerseits von flachen Endothelzellen begrenzt sind. Durch Einstich in das Gewebe der Dura kann dieses Saftbahnsystem injicirt werden, wobei die Masse an der cerebralen Fläche der Dura (in den Subduralraum) leicht ausfliesst [Michel].

Die Nerven der Dura bestehen aus feinen Zweigen des Trigeminus, Hypoglossus und Sympathicus. Sie zerfallen in vasomotorische und in eigene Nerven der Dura [Rüdinger, Alexander].

b) Arachnoides cerebri.

Die äussere, glatte, endothelbekleidete Fläche dieser zarten und gefässlosen Haut ist der Dura zugewendet und umschliesst mit ihr den capillaren Subduralraum. Die innere Oberfläche der Anachnoides ist rauh und flockig in Folge der Gegenwart zahlreicher Bälkchen und Häutchen, welche die Arachnoides mit der Pia verbinden und Subarachnoidalgewebe genannt werden. Die freien Oberflächen der Bälkchen und Häutchen sind mit Endothel bekleidet. Durch sie wird der zwischen Arachnoides und Pia befindliche Raum in ein System communicirender kleinerer und grösserer Räume verwandelt, welche den Namen Subarachnoidalräume haben und eine seröse Flüssigkeit, den Liquor cerebrospinalis, oder vielmehr nur einen Theil des letzteren, den Liquor subarachnoidalis enthalten.

Während im Gebiet des Rückenmarks die Arachnoides durch einen weiten Subarachnoidalraum von der Pia getrennt ist, verhält sich die Arachnoides cerebri in dieser Hinsicht örtlich sehr verschieden. Ueber den Windungen der convexen Oberfläche des Grosshirns sind die subarachnoidalen Bälkchen so straff und kurz, dass beide Häute als eine betrachtet werden können (Leptomeninx), die aus zwei festen Grenzplatten besteht und im Innern Bälkchen und Zwischen-

räume enthält. Ueber den Furchen, die zwischen den Windungen vorhanden sind, ändert sich schon das Bild. Die Pia dringt in die Furchen ein, die Arachnoides brückt sich darüber hinweg. So ist Raum für längere Bälkchen und Häutchen und grössere Spalten. Im Gebiete der Hirnbasis und beim Uebergang in's Rückenmark ist die Arachnoides am freiesten, erhebt sich an bestimmten Stellen weit von der Pia und bildet grosse subarachnoidale Höhlen (*Cisternae subarachnoidales*). Die grösste derselben, Cisterna magna cerebello-medullaris, ist eine Fortsetzung des hinteren Subarachnoidalraums des Rückenmarks (s. Fig. 217). Die Arachnoides dringt nämlich nicht in den Raum zwischen dem Unterwurm und der Tela chorioidea des vierten Ventrikels (Spatium cerebello-medullare) hinein, sondern springt von der ventralen Fläche des Kleinhirns zur dorsalen Fläche der Medulla oblongata hinüber. Auch der vordere Subarachnoidalraum des Rückenmarks setzt sich hirnwärts fort. Er fliesst mit dem hinteren im Gebiet der Medulla oblongata um so freier zusammen, als das Ligamentum denticulatum, das schon im Rückenmarksgebiet keinen vollständigen Abschluss des vorderen und hinteren Raumes bildete, nunmehr in Wegfall kommt. Die ganze Medulla oblongata ist somit von einem weiten Subarachnoidalraum umgeben. An der ventralen Fläche der Brücke setzt sich dieser Raum in einen mittleren und zwei seitliche Räume fort, Cisterna pontis media und lateralis, von welchen der mittlere die Arteria basilaris einschliesst. Vom vorderen Rand der Brücke springt die Arachnoides zum vorderen Rand des Chiasma opticum hinüber. In diesem grossen Raum lassen sich mehrere Abtheilungen unterscheiden. Eine vom Infundibulum zu den Austrittsstellen der Nn. oculomotorii verlaufende unvollständige Scheidewand trennt einen vorderen, Cisterna chiasmatis, von einem hinteren Theil, Cisterna interpeduncularis. Vor und dorsalwärts vom Chiasma liegt die Cisterna laminae terminalis; ihr folgt dorsalwärts längs der convexen Fläche des Balkens die Cisterna corporis callosi. Im Gebiet der Vallecula und Fissura Sylvii treffen wir auf die Cisterna fossae Sylvii. Um die Hirnschenkel herum steigt zur dorsalen Fläche des Hirnstamms die Cisterna ambiens empor, welche auch die Vierhügel einschliesst und sich auf den Balken fortsetzt.

Die grösseren Blutgefässe des Gehirns verlaufen innerhalb der Subarachnoidalräume. Die feineren Zweige dringen zur äusseren Oberfläche der Pia, sind an sie befestigt und heissen nunmehr Pialgefässe.

Die Arachnoides cerebri besteht aus einem mehr oder weniger dichten Flechtwerk von Bindegewebsbündeln, die zu einer, an beiden Flächen endothelbelegten dünnen Haut ausgebreitet sind.

Besondere Gebilde der Arachnoides stellen kolbige Wucherungen dar, die einzeln oder in Gruppen stehen: man nennt sie Arachnoidalzotten oder Pacchionische Granulationen. Sie ragen im ausgebildeten Zustand verschieden tief in das Duralgewebe hinein, welches so verdünnt werden kann, dass die Arachnoidalzotten scheinbar der Knochenwand unmittelbar anliegen und in Lücken derselben sitzen. Eine dünne Schicht zwischenliegender Dura fehlt indessen nie. Besonders beliebte Stellen für das Einwuchern dieser Zotten sind die Sinus venosi oder ihre nächsten Umgebungen. Denken wir uns einen duralen Venenraum und in diesen die eine Wand eingestülpt durch eine gewucherte Arachnoidalzotte, so haben wir alles Wesentliche, und auch das Verhältniss der

Lymphbahnen zu den Gebilden ist daraus klar erkennbar. Zur nähren Erläuterung dient Fig. 293. Der Zottenlymphraum ist ein ausgestülpter Theil des subduralen Lymphraums, mit dem er in offener Verbindung steht. Die Zotte besteht aus einem Netzwerk subarachnoidaler Balken und ist gefässlos; ihre Aussenfläche hat eine Endothelbekleidung. Sie ist vom duralen Blutraum getrennt durch den subduralen Zottenlymphraum und dessen dünne Duralwand. Diese Räume können durch Injection gefüllt werden. Der Stiel der Zotten kann schmäler oder breiter sein. Ein bevorzugter Sinus für ihr Vorkommen ist der Sinus longitudinalis superior und seine Umgebung; sie fehlen aber auch im Gebiet des Sinus transversus nicht. Es bedarf ferner für ihr Zustandekommen nicht der Nähe einer Knochenwand, denn sie kommen auch im Gebiet des Sinus rectus vor. Durch die Arachnoidalzotten wird nach den Untersuchungen von Key und Retzius der Uebertritt seröser Flüssigkeit aus den Subarachnoidalräumen in die Venenräume der Dura erleichtert. Ihr Vorkommen bei Erwachsenen ist so gewöhnlich, dass es kaum mehr als ein anomales bezeichnet werden kann.

Fig. 293.

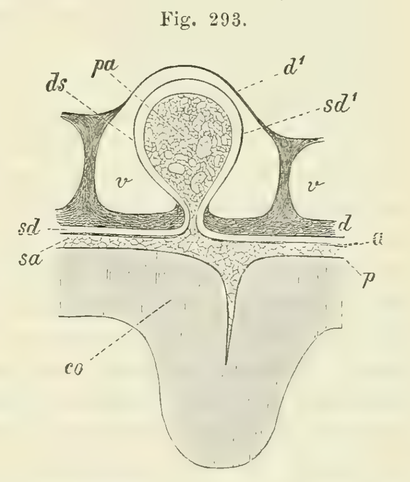


Fig. 293 Schematische Darstellung einer Arachnoidalzotte und ihrer Hüllen.

co, Graue Rinde der Grosshirn-Hemisphäre. p, Intima pia; sa, Subarachnoidalraum mit den subarachnoidalen Bälkchen, sich in die Arachnoidalzotte pa continuirlich fortsetzend; a, Arachnoides; sd, Subduralraum; sd', Subduralraum der Arachnoidalzotte, in der Umgebung des dünnen Stiels der letzteren mit sd communicirend. d, inneres Blatt der Dura mater, durch den Venenraum v vom äusseren Blatte d' getrennt. ds, Duralscheide der Arachnoidalzotte.

Wie die Dura, so sendet auch die Arachnoides einen scheidenartigen Fortsatz (Arachnoidalscheide) zu den Nervenwurzeln. So wird es leicht begreiflich, dass die Subarachnoidalräume des Gehirns und Rückenmarks mit den Lymphbahnen der Nerven und durch diese mit benachbarten anderen Lymphbahnen communiciren. So können vom Subarachnoidalraum des Gehirns aus z. B. die Lymphgefässe der Nasenschleimhaut, ein Raum um den Sehnerven, der perilymphatische Raum des Gehörlabyrinthes gefüllt werden.

Die Subarachnoidalräume des Gehirns und Rückenmarks communiciren fast constant an drei Stellen mit dem Ventrikelsystem des Gehirns: 1) durch das unpaare Foramen Magendii (s. S. 362) und 2) durch das paarige Foramen recessus lateralis.

c) Pia mater.

Die Pia mater schmiegt sich der Gehirnoberfläche innig an und dringt in die Tiefe aller Furchen und Fissuren ein. Sie dringt jedoch niemals in das Innere, in die Ventrikel des Gehirns, wie man es früher mit Bezug auf die Plexus chorioidei annahm, sondern sie bekleidet auch bei ihnen die Aussenfläche der epithelialen Wandtheile des Gehirns, der Laminae chorioideae.

Die Pia mater cerebri besteht in grösster Ausdehnung nur aus einer Intima pia (s. oben S. 340), auf deren Aussenseite die kleineren Blutgefässe fest an-

geheftet sind. Im Gebiet der Cisternae subarachnoidales liegen dagegen der Pia spinalis ähnliche Verhältnisse vor. Die Blutgefässe verhalten sich in ihrem weiteren Verlauf wie beim Rückenmark, d. h. es kommen Pialtrichter und adventitielle Scheiden vor (Fig. 294).

Fig. 294.

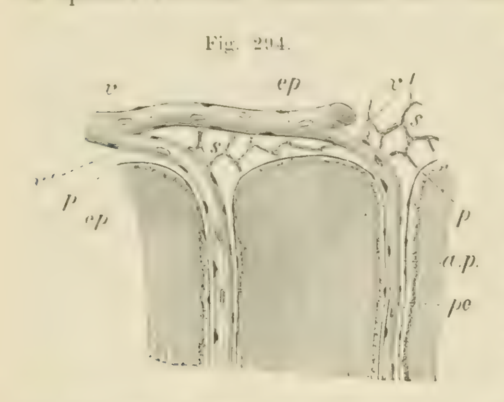


Fig. 294. Durchschnitt durch die Hirnrinde mit eintretenden Blutgefässen. Halbschematisch. Mit Benutzung einer Figur von Key und Retzius entworfen.

v, v', v' capillare Gefässe, v noch innerhalb der Subarachnoidalräume; s, subarachnoidale Bälkchen und Häutchen; p, Intima pia, sich trichterförmig in die Adventitialscheide der in die Hirnsubstanz eindringenden Gefässe fortsetzend; a p., adventitieller perivasculärer Raum; pe, His'scher perivasculärer Raum; ep, ep, sogenannter epicerebraler Raum.

Die zwischen diesen Scheiden und der Gefässwand vorhandenen Kanalräume hängen mit den subarachnoidalen Räumen unmittelbar zusammen.

Als eigenthümliche Bildungen der Pia und des Ventrikelepithels sind die Telae chorioideae mit den eben genannten Plexus chorioidei noch einmal im Zusammenhang zu erwähnen, nachdem von ihnen schon früher bei der Betrachtung der Ventrikel (S. 360, 470) und der Windungen (S. 458) die Rede war.

Man unterscheidet zwei Telae chorioideae, eine superior und eine inferior, entsprechend den beiden sogenannten queren Hirnspalten oder Manteltaschen (S. 345). Die Tela chorioidea superior schiebt sich zwischen die ventrale Fläche des Balkens und Gewölbes einerseits, und die dorsale Fläche des Zwischenhirns andererseits nach vorn vor: die Tela chorioidea inferior dagegen dringt ebenso zwischen der ventralen Fläche des Kleinhirns und der Deckplatte des Ventriculus quartus vorwärts.

Der obere dieser Fortsätze besteht aus einem dorsalen und ventralen Pialblatt; beide Blätter sind durch subarachnoidales Gewebe miteinander verbunden. Von der Tela chorioidea inferior kann man bis zu einem gewissen Grade ein Aehnliches behaupten An bestimmten, den Ventrikeln zugewendeten Stellen entwickelt die ventrale oder dorsale Piallamelle eigenthümliche gefässreiche Zotten. Man nennt die sie tragenden Streifen Plexus chorioidei, Adergeflechte; die pialen Ausbreitungen selbst stellen die Telae chorioideae dar.

1) Die Tela chorioidea superior s. cerebri, *Velum triangulare s. interpositum*, hat die Form eines gleichschenkeligen Dreiecks mit vorderer, an die Columnae fornicis reichender Spitze, und hinterer, dem Balkenwulst entsprechender Basis. Seitlich schlägt sich das dorsale in das ventrale Blatt um (Fig. 283). Der Umschlagsrand ist durch den in den Seitenventrikel des Grosshirns vorspringenden Plexus chorioideus (lateralis) (Fig. 295, 2) ausgezeichnet, der sich vom Foramen Monroi durch die Cella media bis zum zum Ende des Unterhorns erstreckt. Zwischen beiden Pialblättern liegt subarachnoidales Gewebe, innerhalb dessen die beiden Venae cerebri internae verlaufen, die am hinteren Ende sich zur Vena magna Galeni vereinigen. Jede Vena cerebri interna nimmt am vorderen Ende der Tela die Vena chorioidea und die Vena corporis striati auf.

Fig. 295.

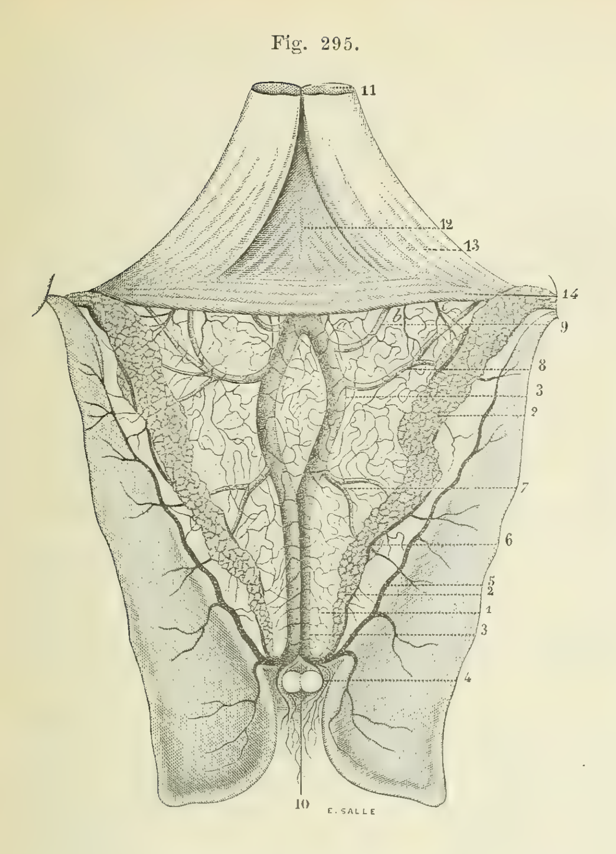


Fig. 295. Tela chorioidea cerebri und Plexus chorioidei laterales. Nach Vicq d'Azyr. $^3/_2$.

Fornix (11) und Balken sind durchschnitten und nach hinten zurückgeklappt: 12, Lyra, 13, Crura fornicis; 14, umgeklappter Theil des Splenium corporis callosi. — 1, dorsale Fläche der Tela chorioidea; 2, 2, Plexus chorioidei laterales; 3, venae cerebri internae, 4, venae corporis callosi inferiores; 5, vena corporis striati; 6, vena chorioidea; 7, venae thalami optici; 8, vena basilaris; 9, vena cerebri posterior; 10, Columnae fornicis. Bei a, Bildung der Vena magna Galeni.

Die beiden Plexus laterales gehen in dem zwischen beiden Foramina Monroi liegenden Raume, indem sie ventralwärts umbiegen, ineinander über und entsenden nach rückwärts die beiden schmalen, dicht nebeneinander gelagerten Plexus chorioidei ventriculi tertii (Plexus chorioidei medii, mittlere Adergeflechte des Grosshirns), deren Verhältnisse aus Fig. 283 erhellen und schon früher betrachtet worden sind. Während im Plexus lateralis das dorsale Blatt die Zotten entwickelt, ist es im Plexus medius das ventrale.

2) Tela chorioidea inferior s. cerebelli Sie besteht aus der Deckplatte des Ventriculus quartus und der ihr aufliegenden zugehörigen Piallamelle. Die Piallamelle, welche der gegenüberliegenden Kleinhirnfläche aufliegt, kann, wenn man will, als dorsale Lamelle der Tela betrachtet werden. Die Basis dieser Tela liegt vorn und zieht entlang dem Velum medullare posterius zu den Flockenstielen; die Spitze liegt am hinteren Ende des vierten Ventrikels. Auch hier gelangt jederseits ein Plexus lateralis und ein scheinbar unpaarer Plexus medius zur Ausbildung. Die ersteren erstrecken sich vom Nodulus seitlich zu den Recessus laterales; der letztere, aus zwei nebeneinander liegenden Streifen bestehend, erstreckt sich vom Nodulus rückwärts, tritt aus dem Foramen Magendii (Fig. 228, p) hervor und zieht sich noch eine Strecke weit an der ventralen Fläche des Unterwurms hinauf.

Was den Bau der Zotten betrifft, so bestehen dieselben aus einem fibrillenarmen Bindegewebe. Eine zuführende Arterie und eine abführende Vene bilden innerhalb der Zotte ein reiches Capillarnetz. Die Zotten (Villi chorioidei) sind Gebilde von 1—2 mm Länge, welche mit mehreren secundären, von 0,4 mm Länge, und diese wieder mit sehr kleinen tertiären Läppchen von 0,07 mm besetzt sind. Ihre freie Oberfläche ist mit einem einfachen Pflasterepithel überzogen.

Die Blutgefässe der Pia sind zum überwiegenden Theile für das Centralorgan, nicht für sie selbst bestimmt. Die Quellen der arteriellen Blutgefässe sind die Carotis cerebralis und A. vertebralis. Ueber deren Verästelung, sowie über die Venen ist bereits in der Gefässlehre ausführlich gehandelt worden und im Folgenden nur ein Nachtrag zu geben. Von den Lymphgefässen der Pia war bereits oben (S. 487) die Rede.

Die Nerven der Pia stammen zum grössten Theil aus dem Sympathicus und dessen Geflechten für die Carotis interna und A. vertebralis.

Gefässe des Gehirns.

I. Arterien.

Der in der Angiologie enthaltenen Darstellung der Hirnarterien ist nach neueren Untersuchungen von Duret und Heubner das Folgende hinzuzufügen:

A. Arterien des verlängerten Markes, der Brücke und des Kleinhirns.

1) Aa. radiculares [Duret]. Sie stammen aus den Aa. vertebrales, der A. basilaris, oder aus den Aa. cerebelli inferiores, verlaufen zu den Nervenwurzeln, erreichen sie kurz vor ihrem Austritt und theilen sich in einen peripheren *R. descendens* und einen centralen *R. ascendens*, der die Nervenwurzel bis zum Kern begleitet.

2) Aa. medianae s. nucleorum, zahlreiche feine Arterien, die innerhalb der Raphe zum Boden des vierten Ventrikels aufsteigen. Duret unterscheidet 4 Gruppen: Die der einen Gruppe stammen aus der A. spinalis anterior und ziehen zu den Kernen des Hypoglossus und Accessorius; die der zweiten Gruppe (3—4) stammen aus der Vereinigungsstelle der Vertebrales zur Basilaris und versorgen die Kerne des Vagus, Glossopharyngeus und Acusticus; die der dritten Gruppe (4—6) stammen aus der Basilaris und versorgen besonders die Kerne des Facialis, Abducens und Trigeminus; die der vierten Gruppe endlich (einige feine Aeste) stammen aus der Theilungsstelle der Basilaris und ziehen durch Löcher der Lamina perforata posterior zur Haube und den Kernen des Mittelhirns. Das Capillarnetz aller dieser Gefässe hängt zusammen mit der Endverästelung der centralen Aeste der Aa. rediculares.

3) Zweige zu den Oliven, Pyramiden und Corpora restiformia, zur Tela und zu den Plexus chorioidei des vierten Ventrikels. Letztere stammen aus der A. cerebelli inferior posterior.

Die drei Arterien für jede Kleinhirnhälfte gehen unter einander starke Anastomosen ein. Der Verlauf der Hauptzweige dieser Gefässe ist ferner nahezu rechtwinkelig zur Richtung der Furchen und Randwülste. Das dichteste Capillarnetz besitzt, wie sich erwarten lässt, die Körnerschicht (Gerlach, Oegg).

B. Arterien des Mittelhirns.

1) Zweige für die Lamina perforata posterior und die Haube aus der A. cerebri posterior. Zu ihnen gehören auch die aus der Theilungsstelle der Basilaris entspringenden (unter 2, vierte Gruppe erwähnten) Zweige.

2) Zweige für die Pedunculi cerebri. Sie zerfallen in Aa. pedunculares mediales und laterales. Von den medialen Zweigen stammen die vorderen aus

der Communicans posterior, die hinteren aus dem Anfangstheil der A. profunda; einige von ihnen dringen zur Substantia nigra. Die lateralen Zweige stammen besonders aus der A. profunda, zum Theil aus der A. chorioidea.

3) Zweige für die Vierhügel. Für das Velum medullare anterius und die Vierhügelschenkel sind feine Arterien aus der A. cerebelli superior bestimmt. Das Hauptgefäss für die Vierhügelplatte selbst (A. collicularis lateralis) stammt aus der A. profunda, umschlingt den Pedunculus, gelangt zum Sulcus intercollicularis transversus und verbreitet sich von hier aus. Von der A. profunda oder einem ihrer Thalamuszweige entspringt häufig ein für die vordere Abdachung des Vierhügels bestimmtes Gefäss (A. collicularis anterior). Sie alle anastomosiren untereinander und bilden in der Vierhügelplatte ein reiches Capillarnetz.

C. Arterien des Zwischenhirns.

1) Für die Zirbel, die Tela chorioidea superior und die Plexus chorioidei ventriculi III ist jederseits ein aus der A. profunda entspringendes Gefäss bestimmt, die A. chorioidea posterior medialis, die sich in einen medialen, zur Tela, und einen lateralen zum Plexus ziehenden Zweig theilt.

2) Für den Thalamus opticus sind mehrere Gefässe bestimmt, die sämmtlich Endarterien im Sinne von Cohnheim sind. Man unterscheidet

a) die Aa. thalamicae mediales, eine anterior und eine posterior. Letztere entspringt aus der A. profunda oder aus der Communicans posterior. Die anterior stammt aus der Communicans posterior; sie durchbohrt die graue Bodencommissur zwischen dem Tuber cinereum und Corpus mamillare und gelangt zum vorderen Theil der Wand des Ventriculus III und zum Tuberculum anterius thalami. Die posterior durchbohrt die Lamina perforata posterior und gelangt zur medialen Fläche des Thalamus und zur Commissura mollis.

b) Die Aa. thalamicae dorsales. Sie stammen aus der A. chorioidea posterior lateralis, einem Aste der Profunda, welcher das Velum triangulare und den Plexus chorioideus lateralis versorgen hilft.

c) Die Aa. thalamicae lateralis (2—3) stammen aus der A. profunda und versorgen die Corpora geniculata und das Pulvinar.

3) Die Corpora mamillaria, das Tuber cinereum, der Trichter und Hirnanhang werden von Zweigen aus der A. communicans posterior versorgt.

4) Der Tractus opticus erhält in der Reihe von hinten nach vorn Zweige von der A. chorioidea anterior, der Communicans posterior und der Carotis interna.

5) Das Chiasma erhält an seiner hinteren Fläche Zweige der Communicans posterior; an der vorderen: Zweige der Communicans anterior und A. corpori callosi; an der lateralen: Zweige aus der Carotis interna.

6) Die Lamina terminalis wird von der Communicans anterior versorgt.

D. Arterien des Grosshirns.

Sie zerfallen a) in Arterien der Grosshirnganglien und der Capsula interna,
b) in Arterien der Grosshirnrinde und des übrigen Markes.

a) Die Arterien der Grosshirnganglien (Nucleus caudatus und lentiformis) sind sämmtlich Endarterien [Heubner, Duret] und stammen 1) aus der A.

cerebri anterior (s. corporis callosi). Meist ist nur ein Zweig vorhanden, welcher durch eine mediale Oeffnung der Lamina perforata anterior zum basalen Theil des Kopfes des Nucleus caudatus zieht. 2) aus der A. chorioidea lateralis, einem Zweig der Profunda; feine Zweige, die in den dorsalen Theil des genannten Kopfes eindringen. 3) aus der A. fossae Sylvii (s. cerebri media): eine grössere Zahl von Zweigen, welche die Löcher der Lamina perforata anterior durchbohren und zum Linsenkern (seinen drei Gliedern), zum mittleren Theil des Nucleus caudatus, zur Capsula interna bis zum Thalamus gelangen.

b) Arterien der Rinde.

Die aus den Aesten der Pialarterien hervorgegangenen Hirngefässe verlaufen zunächst noch eine Strecke parallel der Oberfläche und dringen dann rechtwinkelig zur Oberfläche in die Rinde ein. Man unterscheidet a) Aa. medullares [Duret], gröbere Zweige, welche durch die Rinde 3—4 cm tief eindringen, somit auch die tiefsten Theile der Marksubstanz erreichen und innerhalb derselben in langgestreckte Capillarnetze übergehen. Schon innerhalb der Rinde geben sie einige feinere Zweige ab. Auf einem Schnitt, der eine Windung quer durchschneidet, werden 10—15 Aa medullares wahrgenommen; b) Aa. corticales. Sie sind feiner, viel zahlreicher und bilden hauptsächlich das Capillarnetz der grauen Rinde. Dieses ist in der äusseren zellenarmen Schicht weitmaschig, in der Hauptmasse der Rinde dagegen sehr dicht. Aus der Grenzschicht gegen das Mark entwickeln sich insbesondere die Venen der Hirnrinde. Im Uebrigen zerfallen auch die Venen in Vv. medullares und Vv. corticales.

1) A. cerebri anterior s. corporis callosi. Sie gibt zunächst feine Zweige zum Septum pellucidum und zum Rostrum corporis callosi ab und versorgt darauf den grösseren Theil des Stirnlappens, einen Theil des Scheitellappens und den Balken, indem sie in folgende Zweige zerfällt:

a) Die *Aa frontales inferiores mediales*, für den Sulcus olfactorius und die an ihn grenzenden Orbitalwindungen.

b) c) und d) Die *A. frontalis medialis anterior*, *media* und *posterior*. Die anterior ist für die mediale und dorsale Fläche der ersten Stirnwindung und für die dorsale Fläche der zweiten Stirnwindung bestimmt; die media versorgt den hinteren Theil der ersten Stirnwindung, den Gyrus cinguli und die oberen Enden der beiden Centralwindungen; die posterior versorgt den Praecuneus, das Corpus callosum und das dorsale Ependym der Seitenventrikel.

2) A. cerebri media s. fossae Sylvii.

Nachdem die A. fossae Sylvii ihre Zweige für die Grosshirnganglien abgegeben hat, theilt sie sich auf der Aussenfläche der Insel in folgende 4 Endzweige:

a) Die *A. frontalis inferior lateralis*, für die dritte Stirnwindung.

b) c) und d) Die *A. parietalis anterior*, *media* und *posterior*. Die anterior versorgt das hintere Ende der zweiten Stirnwindung und die vordere Centralwindung; die media breitet sich im Gebiet der Centralwindungen und des Lobulus parietalis superior aus, die posterior begibt sich zum Lobulus parietalis inferior, zur dorsalen Fläche des Schläfenlappens, sowie zur ersten und zweiten Schläfenwindung.

Die A. fossae Sylvii gibt ferner eine Reihe von Rami insulares ab, von welchen Reiser bis zum Claustrum vordringen.

3) A. cerebri posterior s. profunda cerebri.

Von ihrer medialen Seite die erwähnten Zweige zum Mittel- und Zwischenhirn entsendend, gibt sie von ihrer lateralen Seite folgende Zweige zur Hirnrinde:

a) und b) A. temporalis anterior und posterior und c) A. occipitalis. Die anterior versorgt den Gyrus uncinatus, hippocampi und die Spitze des Schläfenlappens; die posterior den Gyrus hippocampi, die dritte Temporalwindung und den Gyrus occipito-temporalis; die occipitalis den grössten Theil des Hinterhauptlappens; sie verläuft zum Theil in der Tiefe der Fissura calcarina zum Occipitalpol.

II. Venen.

Der in der Angiologie gegebenen Darstellung ist das Folgende beizufügen. Ueber die cerebralen Sinus handelt eine neuere Arbeit von J. F. Knott. Nach seinen Ermittelungen ist der rechte Sinus transversus meist der stärkere, zweimal indessen fehlte er gänzlich. Der Confluens sinuum (Torcular Herophili) befand sich unter 44 Fällen 27 mal rechts, 9 mal links, 8 mal in der Mitte. Viermal ging der Sinus sagittalis superior direct in den rechten Sinus transversus über. Einigemal wurde der Sinus ophthalmo-petrosus [Hyrtl], häufig der Sinus squamoso-petrosus [C. Krause] beobachtet. 26 mal mündete der Sinus rectus in den linken Sinus transversus ein, 12 mal median, 6 mal rechts. Der Sinus spheno-parietalis zeigte sich sehr variabel, fehlte aber nie ganz. Der Sinus cavernosus war 5 mal sehr klein. Ein Sinus sphenoidalis inferior war 25 mal anwesend. Der Sinus intercavernosus posterior fehlte 26 mal; beide waren gleichzeitig nur 15 mal vorhanden; der Sinus circularis Ridleyi zeigte sich nur 6 mal. Sehr selten (3 mal) fehlte der Sinus petrosus superior. Anastomotische Venen von der V. ophthalmica zum Sinus petrosus superior kamen 3 mal (links) vor. Der Plexus basilaris bot keine nennenswerthen Verschiedenheiten dar. Dagegen fehlte der Sinus occipitalis 2 mal ganz; 9 mal war er bilateral entwickelt, 2 mal verband er als Sinus marginalis den S. transversus und das For. jugulare.

III. Lymphbahnen.

S. hierüber den Abschnitt Hüllen des Gehirns, sowie S. 343 u. 494.

Blick auf die Entwicklungsgeschichte des Medullarrohrs.

Die Grundform des Körpers besteht aus zwei übereinander liegenden Substanzröhren, die zusammen innerhalb eines dritten Rohres liegen. Letzteres, das epidermale Rohr, begrenzt den Körper nach aussen. Die von ihm umschlossenen beiden Röhren sind das Medullarrohr oder Neuralrohr, und das Darm- oder Gastralrohr. Diese drei Röhren und ihre Höhlen stehen, wie es bei den Wirbelthieren typisch, und wahrscheinlich auch bei dem Menschen der Fall ist, in der

Gegend des hinteren Leibespols miteinander in zeitweiser Communication. Fügen wir noch hinzu, dass zur Seite des Darm- und Medullarrohrs je ein, typisch aus dem primitiven Darmrohr hervorgegangenes laterales Nebenrohr, zwischen Darm und Medullarrohr dagegen ein, ebenfalls typisch aus dem primitiven Darmrohr hervorgegangenes dorsales Nebenrohr zur Ausbildung gelangt, so haben wir bereits diejenige Grundlage des körperlichen Bauplanes vor uns, auf welcher alles weitere entwicklungsgeschichtliche Geschehen abläuft. Diese Grundlage wird in der gesammten Folgezeit nie zertrümmert, sie bleibt beständig erhalten und ist auch beim Erwachsenen in ihren Hauptzügen sehr leicht sichtbar. Aus dem dorsalen Nebenrohr, welches zwischen dem Medullar- und Darmrohr seine Lage hat, wird die Chorda dorsalis; aus den beiden lateralen Nebenröhren, die auch Cölom-Divertikel genannt werden und zugleich mit dem dorsalen Nebenrohr das mittlere Keimblatt darstellen, entwickeln sich alle diejenigen Organe, welche zwischen der Epidermis, dem Medullarrohr und dem Darmrohr nebst ihren Gebilden gelegen sind.

Beifolgende Fig. 296, die den Medianschnitt eines Batrachier-Embryo wiedergibt, erläutert das Angegebene in den für uns wichtigsten Theilen; die lateralen Nebenröhren sind auf dem Medianschnitt natürlich nicht sichtbar. Dagegen erkennen wir das epidermale Rohr (e), das Medullarrohr (m) und das Darmrohr (g),

Fig. 296.

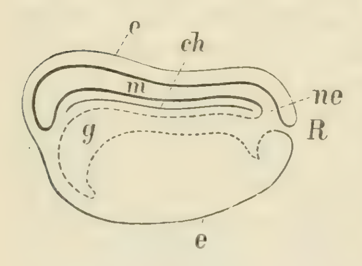


Fig. 296. Schema eines Batrachierembryo im Längsschnitt.

e, e, Ectoderm (Hornblatt als äusseres Rohr des Körpers); m, Medullarrohr mit dem Centralkanal und der mit (starker Linie gekennzeichneten) Wand; ne, Canalis neurentericus; R, Rusconi'sche Pforte; g, Gastral- oder Darmrohr (mit gestrichelter Linie gekennzeichnet). An der vorderen Wand wird später der Mund gebildet, der jetzt noch fehlt. ch, Linie zur Andeutung der Lage der Chorda dorsalis.

sowie die aus dem dorsalen Nebenrohr entstandene Chorda dorsalis (ch). Am hinteren Leibespol, in der Gegend der Rusconi'schen Pforte (R) stehen die drei Röhren miteinander in Verbindung. Der hintere Theil der Höhlung des Medullarrohrs steht mit der Darmhöhle in Verbindung; man nennt diesen Kanal Canalis neur-entericus. Er ist bei dem Menschen, aus Mangel an frühzeitigem Material, noch nicht nachgewiesen, wohl aber bei mehreren Säugethieren; sei es in Spuren, sei es in voller Ausbildung, wird er in der Folge ohne Zweifel auch bei dem menschlichen Embryo nachgewiesen werden. Von einer gewissen Entwicklungsstufe an schwindet diese Communication mit dem Darmrohr, und das Medullarrohr ist nunmehr allseitig geschlossen.

Wenden wir uns nun im Besondern zur Entwicklung des Medullarrohrs, so entstand dieses aus einer flächenhaft ausgebreiteten langgestreckten Platte dadurch, dass deren Seitenränder sich erhoben und schliesslich miteinander vereinigten. Von diesem Vorgang gibt Fig. 297 uns eine Vorstellung, welche die Medullarplatte in Faltung begriffen zeigt. Die beiden Seitenhälften der Medullarplatte fassen die Medullarfurche oder Rückenfurche zwischen sich.

Von den übrigen Verhältnissen der Figur sei hier nur jenes in Betracht gezogen, welches sich auf das zwischen den einzelnen Substanzlagern hinziehende Spaltensystem bezieht. Dieses Spaltensystem stellt das Urlymphsystem dar.

Fig. 297.

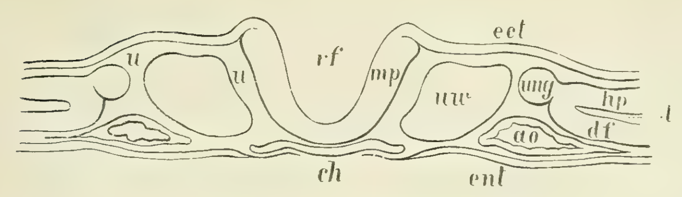


Fig. 297. Querschnitt durch die Embryonalanlage eines Kaninchens von acht Tagen.

rf, Rückenfurche; mp, Medullarplatte, gebogen, die Rückenfurche einschliessend und zum Medullarrohr sich umgestaltend. ect, Hornblatt des Ektoderm; ch, Chorda dorsalis; ent, Entoderm; uw, Urwirbel; ung, Urnierengang; hp, Hautplatte; df, Darmfaserplatte des Mesoderm, die Leibeshöhle (l) zwischen sich fassend; ao, absteigende primitive Aorta mit Wand und Lichtung; u, u, Theile des Ur-Lymphsystems, zwischen den Ausbreitungen und Gebilden des mittleren, äusseren und inneren Keimblattes sich hinziehend.

Es liegt zwischen den einander zugewendeten Flächen der Keimblätter oder der aus den Keimblättern bereits hervorgegangenen Organe, wie zwischen Urwirbeln und Medullarplatten, zwischen Urwirbeln und Chorda dorsalis, zwischen diesen und den primitiven Gefässen, zwischen dem somatischen und splanchnischen Mesoblasten, zwischen Hornblatt und Mesoblast. Dem protolymphatischen System steht das secundäre Lymphsystem gegenüber, welches innerhalb der Bindesubstanz gelegen ist und sich mit ihr erst später ausbildet. Das Urlymphsystem beginnt mit der Furchungshöhle (vergl. oben S. 343). Es liegt auf der Hand, dass die ursprüngliche Saftströmung durch das Urlymphsystem ausserordentlich erleichtert wird, so dass die Saftwanderung von Zelle zu Zelle dadurch eine bedeutende Einschränkung erfährt. Die Rolle des Urlymphsystems ist für Zufuhr und Abfuhr bestimmt, sonach eine trophische.

Doch wenden wir uns von hier aus wieder zu den übrigen Wachsthumserscheinungen des Medullarrohrs zurück.

Aus der Wand des Medullarrohrs geht die graue und weisse Substanz des Rückenmarks und Gehirns hervor, sowie das Epithel des Centralkanals und sämmtlicher Ventrikel. Die Höhlung des primitiven Medullarrohrs wird zu dem Centralkanal und zu den Ventrikelhöhlen des fertigen Centralorgans.

Fig. 298.

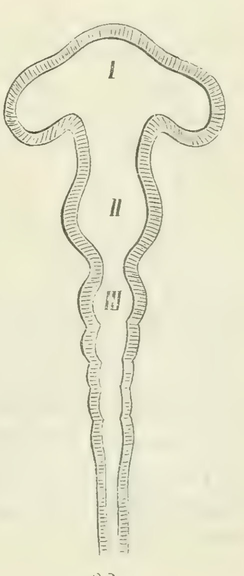


Fig. 298. Optischer Horizontalschnitt des Cerebralrohrs eines Hühnchens von zwei Brüttagen.

I, vorderes Hirnbläschen mit den primitiven Augenblasen als seitlichen Erweiterungen; II, mittleres Hirnbläschen; III, lang gestrecktes hinteres Hirnbläschen mit fünf Unterabtheilungen, an welche sich der Spinaltheil des Medullarrohrs anschliesst. Die Höhlungen sind die Anlagen des Ventrikelsystems.

Das Medullarrohr gliedert sich schon frühzeitig in einen cerebralen und spinalen Theil, und jeder dieser Theile in Unterabtheilungen, wie eine Betrachtung der Fig. 298 ergibt, die den cerebralen Theil des Medullarrohrs, d. i. das Hirnrohr eines zweitägig bebrüteten Hühnchens bei ventraler (oder dorsaler) Ansicht wiedergibt. Das vordere Hirnbläschen (I) zeigt jederseits die beiden primitiven Augenblasen; aus ihm geht das Zwischenhirn und das Grosshirn

hervor. Das mittlere Gehirnbläschen (II), durch je eine Einschnürung von dem vorderen und von dem langgestreckten, gegliederten, hinteren Gehirnbläschen gesondert, lässt das Mittelhirn (Vierhügelhirn) hervorgehen. Das hintere Gehirnbläschen (III) lässt aus seiner vorderen Anschwellung das Kleinhirn und die Brücke, aus den übrigen Anschwellungen die Medulla oblongata hervorgehen. Spinalwärts von der Medulla oblongata zeigt das Medullarrohr ebenfalls bereits Gliederungen, welche denjenigen der Medulla oblongata ähnlich, aber weit schwächer sind; sie deuten ebenfalls eine Sonderung in einzelne Unterabtheilungen, in Medullarsegmente, Neuromeren, an.

Ob diese spinalen Neuromeren den Unterabtheilungen im Gebiete der Medulla oblongata gleichwerthig sind, oder auf ganz anderen Erscheinungen und Ursachen beruhen, darüber sind Zweifel möglich; ebenso darüber, ob die Unterabtheilungen des Cerebralrohrs vor der Medulla oblongata den Neuromeren der letzteren, oder gar den spinalen Neuromeren gleichwerthig, kurz ob sie ebenfalls als Neuromeren zu betrachten sind. Eine gewisse Neuromerie spricht sich ja unverkennbar in diesen Gliederungen aus, und die Kenntniss dieses Verhaltens darf uns zunächst genügen.

Die letzte grundlegende Sonderung vollzieht sich am vorderen Gehirnbläschen (I). Von der vorderen Wand desselben entwickelt sich nach vorn eine rasch an Grösse zunehmende knospenartige Ausstülpung, die bald durch eine an der Seitenwand von oben-hinten nach unten-vorn verlaufende Einschnürung vom vorderen Gehirnbläschen abgegrenzt wird. Dadurch gliedert sich das secundäre Vorderhirnbläschen (die Grundlage des Grosshirns) vom ursprünglichen (primären) Vorderhirnbläschen ab; der hinter der Einschnürung gelegene Rest wird zum Zwischenhirn.

Fig. 299.

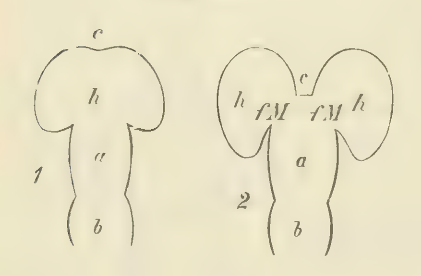


Fig. 299. Schematische Darstellung der Umbildungen des Vorderhirns.

a, Zwischenhirn. b, Mittelhirn. In 1 ist das Grosshirn h noch einfach, nur durch eine seichte Furche bei c die Theilung angedeutet. In 2 sind Hemisphären h, h und Schlussplatte c gesondert. Der Hohlraum der Hemisphärenblase (Seitenventrikel) communicirt jederseits durch das Foramen Monroi (fM) mit dem 3. Ventrikel a.

Hiefür gibt Fig. 299 die nöthige Erläuterung. In Fig. 1 haben wir bei b das Mittelhirn vor uns; der vor ihm gelegene Theil stellt das ursprüngliche Vorderhirn a mit dem nach vorn und seitlich gewucherten secundären Vorderhirn h dar, welches von a bereits in Abschnürung begriffen ist. In Fig. 2 hat diese Abschnürung vorn und hinten bereits Fortschritte gemacht, wie insbesondere die Beachtung der Stelle c in beiden Figuren deutlich zeigt. In Folge der zunehmenden Abschnürung kam es zur Anlage der beiden Hemisphärenblasen h, h. Die beiden Hemisphären communiciren mit ihrer weiten Höhle (dem ursprünglichen Ventriculus lateralis) noch durch eine ansehnliche Pforte (fM) mit der Höhle von a (dem Ventriculus tertius). Die Verbindungspforte wird später noch

enger, schwindet aber nie vollständig: es ist dies das uns wohlbekannte Foramen Monroi. Die Höhle von b wird späterhin zum Aquaeductus Sylvii. Die vordere Substanzbrücke zwischen beiden Grosshirnhemisphären (bei c) stellt die Lamina cinerea terminalis des fertigen Gehirns, die embryonale Schlussplatte dar. Die aus dem Abschnitt a (dem Zwischenhirn) hervorgegangenen, in Abschnürung begriffenen Augenblasen mit ihren Stielen sind in der Figur nicht gezeichnet; sie sind ventralwärts zu denken.

Unterdessen führt das anfänglich fast gerade gestreckte Cerebralrohr auch Krümmungen in sagittaler Ebene, also um eine Queraxe aus und wir müssen dieselben beachten.

Fig. 300 I zeigt uns das Gehirn eines sieben Wochen alten menschlichen Embryo von der Seite, II von oben betrachtet. 1a und 1b zeigen uns die aus dem vorderen Gehirnbläschen hervorgegangenen Theile, das Grosshirnbläschen oder die Hemisphäre (1b) und das Zwischenhirn 1a. Eine von vorn, oben und hinten sich erstreckende Einschnürung (die sichelförmige Falte) trennt beide Theile voneinander: bei 2 befindet sich das stark dorsalwärts vorspringende Mittelhirn, welches bei 3a in das secundäre Hinterhirn (Kleinhirn-Brückentheil) übergeht: an dieses schliesst sich unter starker Krümmung bei p das Nachhirn (3b) an, die Grundlage der Medulla oblongata, welche ihrerseits bei sp in den Spinaltheil des Medullarrohrs, in das Rückenmark übergeht. Die Stelle p entspricht der späteren Brücke. Bei o haben wir die aus dem Zwischenhirn hervorgehende Anlage des Tractus opticus und des Trichters vor uns.

Fig. 300.

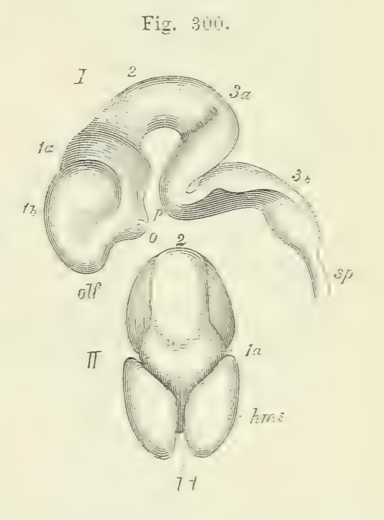


Fig. 300. Gehirn eines sieben Wochen alten menschlichen Embryos. (Nach Mihalkovics.) Vergrösserung 5/1.

I, von der Seite. II, von oben betrachtet. 1a, Zwischenhirn oder primäres Vorderhirn. 1b, Grosshirn. o, Sehnerv. hms, Hemisphärenblase. 1t., Schlussplatte. 2, Mittelhirn. 3a, secundäres Hinterhirn (Cerebellum). p, Brücke und Brückenkrümmung. 3b, Nachhirn (Medulla oblongata). sp, Rückenmark. olf, Riechlappen.

Was nun die Krümmungen betrifft, so haben wir an der Uebergangsstelle des Mittelhirns zum Vorderhirn die sogenannte vordere Scheitelkrümmung vor uns. Das Mittelhirn setzt sich nach hinten gegen das Hinterhirn ab durch die hintere Scheitelkrümmung (bei 3a). Beim Uebergang der Medulla oblongata in das Rückenmark findet sich eine dritte dorsalwärts convexe Krümmung vor, die Nackenkrümmung. Zu dieser kommt noch eine ventralwärts convexe Krümmung, welche an dem Uebergang zwischen secundärem Hinterhirn (3a) und Nachhirn (3b) gelegen ist, die Brückenkrümmung (p).

Zur Ergänzung der seitlichen Ansicht dient Fig. 299 II, die uns denselben Embryo von oben betrachtet zeigt. Sehr deutlich zeigt sich das Verhältniss der Hemisphärenanlage (hms) zu dem Zwischenhirn 1a, sowie die Beziehung der Schluss-

platte l.t. (Lamina cinerea terminalis) zu beiden; die dunkel gehaltenen Seitentheile zwischen 2 und 1a entsprechen dem Nachhirn.

Ein Medianschnitt durch den Kopf eines Hühnchens von vier Tage dauernder Bebrütung (Fig. 301) zeigt uns folgende Verhältnisse. Bei epd liegt die Epidermis vor, welche den Kopf allseitig umhüllt. Hinter der Stelle hph (Hypophysenanlage) hört die Epidermis auf, ihre Fortsetzung auf die nicht gezeichnete Unterkieferanlage ist durchrissen, und unter hph, entsprechend dem kleinen hier befindlichen Vorsprung, beginnt das Epithel des vorderen Theils des Darms. Chd zeigt die Chorda dorsalis, bsl die Arteria basilaris. Die Höhlen v1, v3, aqd und v4 stellen das Ventrikelsystem des Centralrohrs dar. Die Wand hms gehört der Hemisphärenblase an, die ihren Ventrikel (v1) einschliesst. Die Wand v3 entspricht dem Zwischenhirn und seinem Ventriculus tertius; seine Wand geht dorsalwärts-hinten in eine Falte über (pin), die Anlage der Glandula pinealis (Zirbeldrüse). Bei 2 liegt die dorsale Wand des Mittelhirns vor, dessen ventrale Wand weit kürzer ist in Folge des Vorspringens der primitiven Sattellehne; beide Wände schliessen den Aquaeductus Sylvii ein. Bei cb befindet sich die Anlage des Cerebellum, ihr gegenüber die nur schwach-angedeutete Anlage der Brücke; 3 zeigt die Basis des Nachhirns,

Fig. 301.

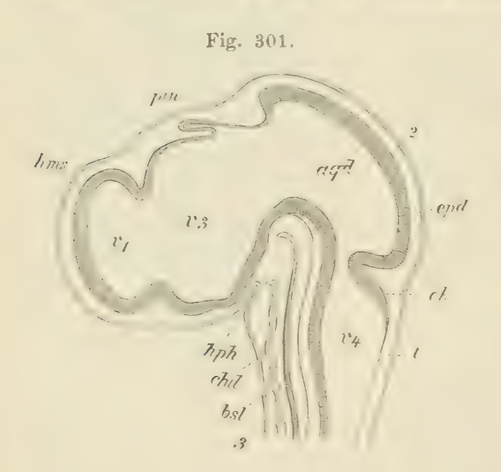


Fig. 301. Medianschnitt durch den Kopf eines $4\frac{1}{2}$ Tage alten Hühnerembryos. (Nach Mihalkovics). Vergrösserung $^{14}/_{1}$.

hms, Hemisphärenblase. v1, ihr Hohlraum. v3, dritter Ventrikel. aqd, aquaeductus Sylvii. v4, vierter Ventrikel. pin, Anlage der glandula pinealis. hph, Hypophysentasche. 2, Mittelhirn. cb, Kleinhirnplatte. t, Deckplatte des vierten Ventrikels, 3, Basis des Nachhirns. bsl, Basilararterie chd, chorda dorsalis. epd, epidermis.

welches eine dünne Deckplatte (t) als dorsale Wand besitzt. Beide Wände schliessen den Ventriculus quartus ein.

Bei kräftiger Entwicklung der Brückenkrümmung wird auch die Deckplatte des Ventriculus quartus gefaltet und es liegen nunmehr für das Nachhirn folgende Verhältnisse vor (Fig. 227). Die gefaltete Deckplatte zeigt bei m eine in den Ventrikelraum vorspringende Bucht, durch welche ein vorderer Theil der Deckplatte, v, von einem hinteren Theil, t, gesondert wird. So hat das Dach des vierten Ventrikels nunmehr drei Abtheilungen, eine vordere (Cerebellum), eine mittlere v, die den Querschnitt des Velum medullare posterius enthält, und eine hintere, die Membrana tectoria ventriculi quarti, innerhalb deren das Foramen Magendii durch secundäre Zerreissung entsteht.

Die Anlage der Glandula pinealis ist aus Fig. 301 ersichtlich. Die Anlage der Hypophysis und ihrer beiden Abtheilungen wird aus Folgendem deutlich. Fig. 301 lässt die eigentliche Hypophysenanlage als eine dorsalwärts gerichtete Falte (hph) der Epidermis der Mundhöhle erkennen. In Fig. 302 hat sich diese Anlage (h) weiter entwickelt, steht aber mit der übrigen Epidermis noch durch den Hypophysengang hg in Verbindung. Hinter dem Hypo-

physengang folgt das Darmepithel (ent). Hinter der Hypophysenanlage ist der Processus infundibuli (pi) sichtbar, d. i. diejenige ventrale Ausstülpung

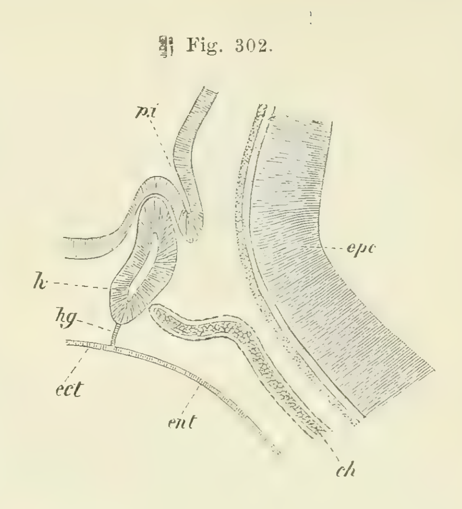


Fig. 302.

Fig. 302. Entwicklung der Hypophysis beim Kaninchen. (Nach Mihalkovics.) $^{50}/_1$.

Medialer Sagittalschnitt durch den Boden des Zwischen- und Hinterhirns, der Gegend um hph Fig. 301 entsprechend. ect, Ectoderm. ent, Entoderm. hg, Hypophysengang. h, Hypophysenblase. ch, chorda dorsalis. pi, processus infundibuli. epc, Boden des Hinterhirns.

der Gehirnwand, welche dem Infundibulum und dem hinteren Lappen der Hypophyse den Ursprung gibt. Der vordere Lappen geht aus der Hypophysenanlage h hervor. In Fig. 303 sehen wir die Ergebnisse dieser Entwicklung. Der Hypophysengang ist geschwunden, der vordere Lappen ist bei a, der hintere bei b kenntlich, welcher letztere zum Infundibulum (i) hinaufzieht.

Fig. 303.

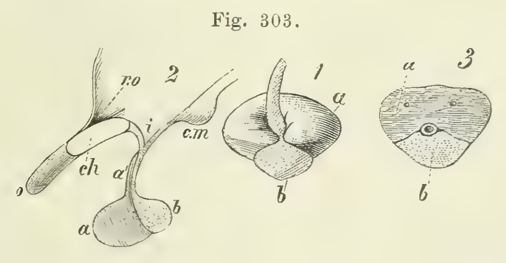


Fig. 303. Ansichten der Hypophysis cerebri und des Infundibulum.

1, Hypophysis von hinten gesehen. 2, Sagittalschnitt durch den vorderen Theil des Bodens vom dritten Ventrikel, Chiasma (ch) und Hypophysis (a, b). 3, Horizontalschnitt durch die Hypophysis. In allen Figuren bedeutet a den sog. vorderen Lappen, b den sog. hinteren Lappen der Hypophysis. Ersterer sendet bei a' in 2 einen Fortsatz an der vorderen Seite des Infundibulum (i) in die Höhe, während b hinter diesem Fortsatz durch einen soliden Stiel mit i in Verbindung steht. In 3 ist an der Grenze beider Abtheilungen ein schon makroskopisch sichtbarer, mit Colloidmasse erfüllter epithelialer Schlauch getroffen, während in derselben Figur in der Abtheilung a jederseits der Querschnitt einer Vene dargestellt ist. Ferner bedeuten: o, N. opticus. r.o, recessus opticus. c.m, corpus mamillare.

Für das Verständniss der weiteren Ausbildung der Hemisphärenwand ist Folgendes von Wichtigkeit.

Fig. 304 zeigt uns das Gehirn eines menschlichen Embryo von $2^1/_2$ Monaten, Fig. 305 ein ebensolches aus dem vierten Monat, beide in seitlicher Ansicht. An dem jüngeren Gehirn, dessen Hemisphären bereits mächtig entwickelt sind, ist das Mittelhirn (b) noch unbedeckt. c zeigt das Cerebellum, a die Medulla oblongata. Die laterale Wand der Hemisphäre zeigt drei radiäre schwache Furchen, die wieder verstreichen. Ein Occipitaltheil ist noch nicht entwickelt, wohl aber sind die Gegenden des Stirn-, Scheitel- und Schläfenlappens (F, P, T) erkennbar. Ventral erscheint (dunkel gehalten) das Trichtergebiet mit dem Opticus. Am ventralen Rand des Stirntheils liegt der Riechlappen (olf). Bei s befindet sich die Gegend der späteren Insel und Fossa Sylvii.

Beide letzteren sind in Fig. 305 bereits sehr wohl erkennbar und auf den fertigen Zustand hinweisend. Der Riechlappen steht zu dem Inselgebiet in deut-

Fig. 304. Fig. 305.

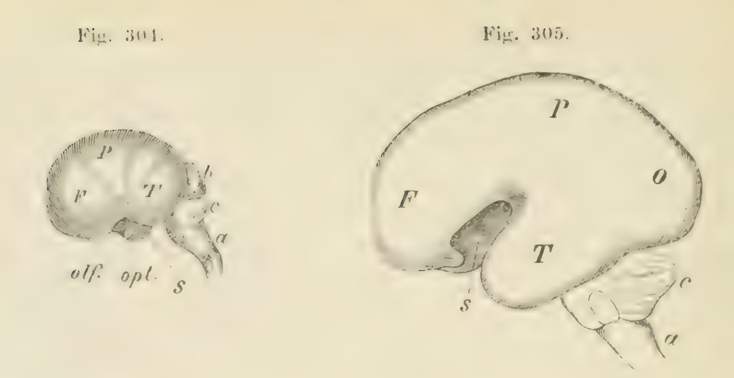


Fig. 304. Gehirn eines menschlichen Embryo aus der Mitte des dritten Monats, von der linken Seite gesehen. Natürliche Grösse. (Nach Mikalkovics.)

F, Stirnlappen. P, Scheitellappen T, Schläfenlappen. a, Medulla oblongata. b, Mittelhirn (Vierhügel). c, Cerebellum. olf, Lobus olfactorius (Riechlappen). opt, abgeschnittener Sehnerv. s, Depression der Sylvi'schen Grube, den Stammtheil des Grosshirns, insbesondere die Gegend der Insel bezeichnend.

Fig. 305. Gehirn eines viermonatlichen menschlichen Fötus, von der linken Seite gesehen. (Nach Ecker.)

F, Stirnlappen. P, Scheitellappen. T, Schläfenlappen. O, Hinterhauptslappen. a, Medulla oblongata. c, Cerebellum. s, Sylvi'sche Grube, in deren Tiefe die Insel (schraffirt) gelegen ist

licher Beziehung. Um den dunkel gehaltenen Stammlappen (die Insel), der in der Fossa Sylvii gelegen ist, zieht sich der Manteltheil der Hemisphäre gleich einem Hufeisen, oder gleich einem vorn-unten offenen gestreckten Ring. Es ist nicht allein der Stirnlappen (F) und Temporallappen (T), nebst dem beide verbindenden Scheitellappen (P) deutlich wahrzunehmen, sondern es hat sich aus dem Scheitel- und Temporallappen auch bereits der Occipitallappen entwickelt, welcher vom Temporallappen durch eine schwache Furche sich sondert und einen stumpfpyramidalen Fortsatz der beiden genannten Lappen nach hinten darstellt. Das Mittelhirn ist bereits überdeckt, im Uebrigen die laterale Fläche der Hemisphäre ungefaltet, nicht aber die mediale, welche bereits die Fissura parieto-occipitalis und calcarina, hippocampi und chorioidea zeigt.

Fig. 306.

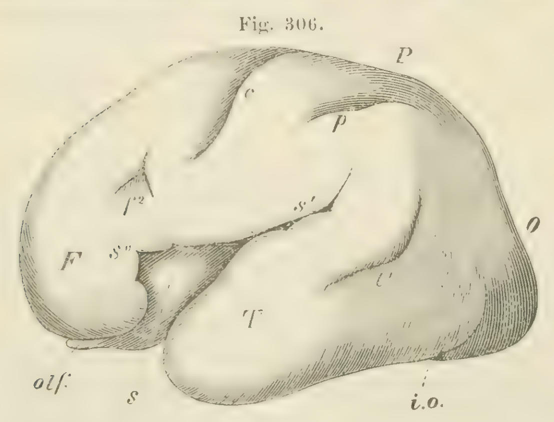


Fig. 306. Primärfurchen auf der convexen Fläche der Grosshirn-Hemisphäre eines sechsmonatlichen menschlichen Fötus. (Nach Ecker).

F, Stirnlappen. P, Scheitellappen. T, Schläfenlappen. O, Hinterhauptslappen. s, fossa Sylvii; in ihrer Tiefe die Insel. s', ramus posterior fissurae Sylvii. s'', deren ramus anterior ascendens. olf, lobus olfactorius. c, sulcus centralis s. Rolandi p, sulcus parietalis. t1, sulcus temporalis superior. i.o, incisura praeoccipitalis. f 2 sulcus frontalis inferior und praecentralis inferior.

An einer Hemisphäre eines sechsmonatlichen menschlichen Fötus (Fig. 306) sind auf der dorsolateralen Fläche folgende Furchen bemerkbar: die Fossa Sylvii (s), der Sulcus centralis (c), Sulcus praecentralis inferior und frontalis inferior (fr), der Sulcus parietalis (p), Sulcus temporalis superior (t'), sowie eine bei i.o. befindliche

Furche, welche als hinteres Ende des Sulcus temporalis inferior, aber auch als S. occipitalis anterior aufgefasst werden kann.

An der medialen Fläche der Hemisphäre eines fünfmonatlichen Fötus (Fig. 307) sehen wir von Furchen den Sulcus callosomarginalis (cm), den Sulcus corporis callosi (scc), die Fissura parieto-occipitalis (po), die Fissura calcarina (ca), den Sulcus occipito-temporalis (ot), die Fissura hippocampi (dorsalwärts von ot), die Fissura chorioidea (ch). Die mediale Hemisphärenwand reicht, worauf besonders aufmerksam zu machen ist, von der Mantelkante nicht blos bis zum Sulcus corporis callosi, sondern bis zur Fissura chorioidea (ch). Demgemäss stellen die Abschnitte Septum pellucidum (s) Fornix (f), Fascia dentata (g) Theile der Hemisphärenwand dar, während der Balken (cc) die Hemisphärenwand durchbricht, nicht begrenzt. Der den Balken dorsalwärts begrenzende Saum (t), die Fascia dentata, das Septum pellucidum und der Fornix gehen aus demjenigen Theile der Hemisphärenwand hervor, welcher als embryonaler **Randbogen** bezeichnet wird.

Fig. 307.

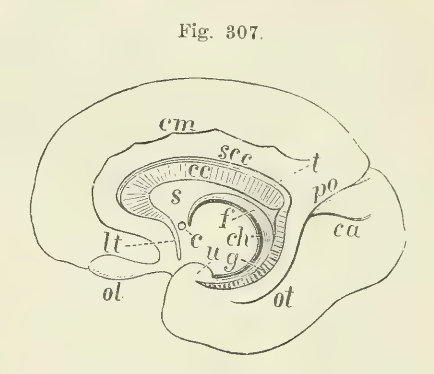


Fig. 307. Mediale Fläche des rechten Grosshirns eines 5monatlichen menschlichen Fötus.

lt, Lamina cinerea terminalis; ol, Tractus und Bulbus olfactorius; cm, Sulcus calloso-marginalis; scc, S. corporis callosi; c. corpus callosum; s, Septum pellucidum; t, dorsaler Theil des Randbogens (Lig. tectum des Balkens); po, S. parieto-occipitalis; ca, Fissura calcarina; ot, S. occipito-temporalis; c, Amminura anterior; f, Fornix; ch. Fissura chorioidea; d, Fascia dentata Tarini; u, Uncus und Pyrus uncinatus mit Uebergang in den Fornix d i. in die Fimbria derselben.

Wenden wir nach dieser Betrachtung der wichtigsten Formveränderungen, die an dem Medullarrohr allmählich Platz greifen, unsere Aufmerksamkeit der Gliederung der histologischen Bestandtheile zu, so ist zu erwähnen, dass das Medullarrohr nach geschehenem Schluss desselben aus dicht aneinander gedängten länglichen Zellen besteht, die radiär zur Axe des Rohrs gestellt sind und aus mehreren Lagen bestehen. Mit zunehmender Wanddicke vollzieht sich eine Scheidung dieser Zellen in zwei Schichten, eine äussere und eine innere. Die innere Schicht stellt das Epithel des Centralkanals dar, welches durch lebhafte in ihm vor sich gehende Vermehrungsvorgänge längere Zeit hindurch neue

Fig. 308.

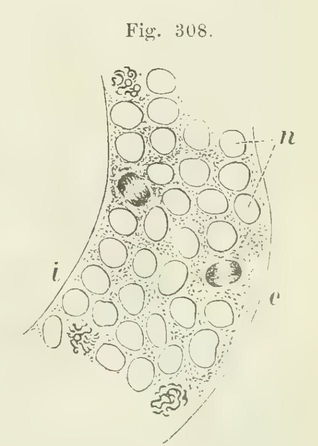


Fig. 308. Stück eines Querschnittes durch das Hirnrohr eines Batrachier-Embryo.

i, Ventrikelrand, e, Aussenrand der Hirnwand. n, Kerne der Hirnzellen. Deren innere Structur ist, soweit es sich um Ruhestadien handelt, nicht angegeben. Es sind fünf mitotische Kernfiguren sichtbar; drei von denselben befinden sich im Knäuelstadium, zwei im Stadium der Kerntonne, d. i. der werdenden Tochterkerne Die Theilungsrichtungen der beiden stehen annähernd auf einander senkrecht, wodurch eine Ausdehnung der Hirnwand nach verschiedenen Richtungen angedeutet wird. Wichtig ist ferner, dass der Kern- und Zelltheilungsvorgang in sämmtlichen Schichten vorkommt und sich von einem Rand der Hirnwand bis zum gegenüberliegenden erstreckt.

Zellen nach aussen gelangen lässt. Auch die äusseren Zellen zeigen lebhafte Vermehrung und zwar liegen die Theilungsaxen, wie Fig. 308 zeigt, in verschiedenen Ebenen des Raums. An Schnitten, welche das Medullarrohr der Länge nach treffen, lässt sich feststellen, dass auch solche Theilungsrichtungen vorkommen, welche senkrecht zur Längsaxe des Medullarrohrs stehen. Die Theilungsvorgänge sind nicht auf bestimmte Lagen von Zellen beschränkt, sondern sie erstrecken sich durch die ganze Dicke der Medullarwand, von der innersten bis zur äussersten Lage. Die Art der Theilung der Kerne ist durchgängig die karyokinetische (mitotische), und ist gerade durch die Beachtung der Kerntheilungsfiguren die Möglichkeit gegeben, über den Sitz und die Richtungen des Wachsthums bestimmten Aufschluss zu erhalten.

Was das Rückenmark betrifft, so findet die regste Zellenvermehrung im Gebiet der zukünftigen Vordersäulen statt, so dass hier schon frühzeitig mächtige Zellenlager vorhanden sind (Fig. 309 g).

Unterdessen treiben die Zellen auch Fortsätze aus; es kommt damit zur Bildung von F a s e r n innerhalb der Zellenlager, damit aber auch zur Bildung der w e i s s e n S u b s t a n z, die nunmehr als dritte Schicht den beiden inneren aufliegt und rasch und in gesetzmässiger Weise an Durchmesser zunimmt. Vorder- und Seitenstrang entwickeln sich als ein Ganzes, sie gehören zusammen. Anders ist es mit dem Hinterstrang, der seinen besonderen Weg geht. In Fig. 309 ist der Markmantel bereits zur Anlage gekommen (a und p), zugleich (bei e) die vordere Commissur: eine hintere Commissur fehlt noch, die Hinterstränge sind voneinander getrennt, und das Epithel des Centralkanals bildet zur Zeit den dorsalen Abschluss der Rückenmarkswand. Es zeigen sich ferner sowohl die vorderen Wurzeln (ar), als die hinteren (pr); doch entwickeln sich letztere frühzeitiger. Sie sind anfänglich, wie die gesammte weisse Substanz m a r k l o s und entbehren jeder Hülle; sie bestehen vielmehr zu dieser Zeit allein aus Axencylindern, die erst später, und in bestimmter, zeitlich und strangweise geordneter Reihenfolge sich mit Markscheiden umhüllen. So verhält es sich im Rückenmark, und ebenso im Gehirn [F l e c h s i g]. Es liegt auf der Hand, dass mit dieser Erfahrung ein äusserst wichtiges Hilfsmittel gewonnen ist zur Aufhellung der verschlungenen Bahnen der weissen Substanz des Rückenmarks und des Gehirns.

Fig. 309.

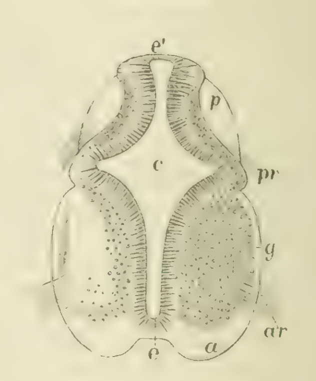


Fig. 309. Querschnitt durch das Halsmark eines sechs Wochen alten menschlichen Embryo. (Nach Kölliker). 50/1.

c, Centralcanal; e, dessen Epithelialauskleidung an der Stelle, wo sich die vordere Commissur entwickelt; e', Epithelialauskleidung an der Stelle der späteren hinteren Commissur; a, weisse Substanz des Vorderseitenstrangs; g, graue Substanz zwischen Vorder- und Seitenstrang; p, Hinterstrang; ar, vordere Nervenwurzel; pr, hintere Nervenwurzel.

Die spinalen G a n g l i e n nehmen ihre Entstehung nicht direct vom Medullarrohr, sondern von einer schmalen, zwischen dem Medullarrohr und Hornblatt eingeschobenen Platte, der Ganglienplatte, welche den dorsalen Rand der Medullarplatte mit dem cerebralen Rand des Hornblattes verbindet. Diese Platte wird

jederseits lateralwärts eingefaltet und dadurch von der unmittelbaren Verbindung mit dem Hornblatt und dem Medullarrohr abgedrängt (His).

Die Gefässe des Medullarrohrs werden nicht aus der Substanz desselben gebildet, sondern sie wachsen von aussen in das Medullarrohr hinein.

Die Entstehung der Neuroglia wird verschieden aufgefasst und zwar steht die Ansicht, dass die Neuroglia, wie die Nervenzellen und Epithelzellen des Centralkanals, aus Zellen des Medullarrohrs entsteht und ein besonderes Differenzirungsproduct dieser Zellen darstellt, derjenigen Ansicht gegenüber, welche die Neuroglia von aussen und von der Bindesubstanz ableitet.

Um eine Vorstellung von der Entwicklung des Rückenmarks und Gehirns zu erhalten, gingen wir von derjenigen Stufe aus, auf welcher ein bestimmter dorsaler Bezirk des äusseren Keimblattes sich als Medullarplatte kenntlich macht. Das ist nun allerdings ein Ausgangspunkt; allein es ist noch nicht der erste. Wir haben alle Ursache, die Medullarplatte auf noch viel frühere Stufen zurückzuverfolgen; endlich kommen wir bei dem gemeinsamen Ausgangspunkte des ganzen Körpers an, bei dem befruchteten Ei, welches alle folgenden Gestaltungen bestimmt und die Bedingungen zu denselben in sich trägt. Es findet alsbald nach der Befruchtung eine nach den verschiedenen Richtungen des Raumes vor sich gehende bedeutende Zerstückelung der Eisubstanz statt, und mit dieser immer fortschreitenden Zerstückelung geht Hand in Hand die zunehmende Vergrösserung, das zunehmende Wachsthum des werdenden Geschöpfes. Die einzelnen Theilstücke nennen wir Zellen. Der Gesammtkörper erscheint durch Spaltflächen gefächert, die sich einander kreuzen. Die zwischen den sich kreuzenden Spaltflächen befindlichen kleinen Raumtheile der Gesammtsubstanz sind wieder unsere Zellen. Bis auf die Keimzellen der künftigen Generation sind diese Zellen untergeordnete Theile des Ganzen. Auch unsere Medullarplatte zeigt schon eine Menge solcher Zellen. Durch Vergrösserung und Theilung wächst ihre Zahl, aber, so hoch sie geht, nicht bis ins Masslose, sondern bis zu einer bestimmten Grenze. Nun liegt es auf der Hand, dass zugleich mit der fortschreitenden Zerklüftung der Substanz auch eine fortschreitende Differenzirung derselben stattfindet. So treten die verschiedenartigen Schichten zu Tage, wie sie uns am Grosshirn und Kleinhirn auffallend genug entgegentreten, so alle verschiedenen und zahlreichen Zellenanhäufungen mit verschiedenem Gruppencharakter. Hieraus gewinnen wir ein Verständniss für die so ausserordentlich verschiedenen physiologischen Lokalzeichen, welche den einzelnen Hirngebieten zukommen. Ohne dass die Form der Zerstückelung es nothwendiger Weise erkennen lässt, kann das physiologische Lokalzeichen ein sehr verschiedenes sein. Vollkommen identische Theile gibt es wahrscheinlich gar nicht, sondern sie alle haben eine Art Lokalzeichen.

Die Leitungsbahnen im Rückenmark und Hirn.

Unter den verschiedenen Stoffen, die zum Gebiete der Neurologie gehören, ist einer der reizvollsten die Lehre von den Leitungsbahnen. Er steht gegenwärtig zugleich im Vordergrund der neurologischen Forschung und wird an Wichtigkeit von keinem anderen übertroffen. Die Lehre von den Leitungsbahnen hat zur Aufgabe die Darstellung des centralen Faserverlaufs und seiner

Beziehungen zum peripheren Nervensystem. Sie hat es also in erster Linie mit der weissen Substanz der Centralorgane zu thun. Selbst wenn sie sich ausschliesslich auf die weisse Substanz beschränken könnte, wäre ihre Aufgabe eine weitumfassende. Die Lehre von den Leitungsbahnen lehrt uns aber nicht allein die Systematik der centralen weissen Substanz kennen, sondern, indem sie diese Aufgabe erfüllt, auch die Systematik der grauen Substanz. Die eine ist, wie wir wissen, gegen die andere nichts weniger als abgeschlossen; beide sind vielmehr auf das Innigste mit einander verbunden. Nur durch diese Verbindung sind beide zu Leistungen befähigt, nur durch diese Verbindung machen sie ein Ganzes aus. Indem wir also die weisse Substanz nach Ursprung, Verlauf und Endigung untersuchen, untersuchen wir zugleich die Wege der grauen, nicht blos diejenigen der weissen. Die weissen Markstrassen sind in Wirklichkeit die Bahnen der grauen Substanz, welche sie einschlägt, um ihre Thätigkeiten auszuüben. Indem wir den Wegen der weissen Substanz nachgehen, lernen wir also die grauen Massen kennen. Wir lernen sie kennen in ihrer Sonderung zu einzelnen physiologischen Gebieten, in der gegenseitigen Verknüpfung dieser Gebiete, in dem Verhältniss dieser Gebiete zur Peripherie. So lange wir nicht alle Wege der weissen Substanz kennen, dürfen wir nicht daran denken, die graue in ihrer Gesammtleistung zu überblicken.

Wenn sich hieraus mit Sicherheit die Wichtigkeit der Lehre von den Leitungsbahnen ergibt, so ist darin gleichzeitig auch der Werth ausgesprochen, welchen die Lehre von den Leitungsbahnen für die Pathologie des Nervensystems besitzt. Die Pathologie des Nervensystems zieht aber nicht allein Nutzen von dem bereits erworbenen Besitz auf dem Gebiet der normalen Leitungsbahnen, sondern ihr Verhältniss zur Lehre von den Leitungsbahnen ist ein noch weiter gehendes; sie hat überall nämlich auch die schwierige Aufgabe zu erfüllen, zur Aufhellung verwickelter Theile der Leitungsbahnen ihrerseits beizutragen.

Man könnte vielleicht die Frage aufwerfen, und sie wird hie und da in der That aufgeworfen, ob es denn zweckmässig sei, den Lernenden schon frühzeitig in ein so schwieriges Gebiet einzuführen. Es ist nicht schwer, auf diese Frage zu antworten. Wer es gegenwärtig noch versäumen wollte, den Leitungsbahnen die gebührende Rücksicht zu schenken, würde sich einer schweren Unterlassung schuldig machen. Er würde dem Lernenden mit dem übrigen gegebenen Stoffe grossentheils nur ganz unverständliche Bruchstücke überliefern. Erst wenn die Leitungsbahnen die Verbindung zwischen den einzelnen zerstreuten Gliedern herstellen, gewinnen dieselben Leben und Bedeutung. Selbst wenn wirklich die Lehre von den Leitungsbahnen eine schwierige genannt werden muss, sie darf unter diesen Umständen nicht fehlen. Doch es ist hier nothwendig, sich vor einer Verwechselung zu hüten. Schwierig und mühevoll ist auf diesem Gebiete allein die Untersuchung, die Erwerbung neuer Thatsachen; das bereits Gewonnene aufzunehmen und festzuhalten, kann nicht als eine Anforderung betrachtet werden, zu welcher der Werth des Stoffes in keinem Verhältniss stehen würde. Wer aber noch zweifeln wollte, der sehe sich um, und er wird alsbald durch die Erfahrung belehrt werden, dass der Lernende für keinen Theil des gesammten Umfangs der Neurologie ein gespannteres Interesse mitbringt, als gerade für die Leitungsbahnen. Zugleich mit den Forschungsergebnissen hat sich auch die Begeisterung für den Gegenstand mächtig gehoben. Somit ist Alles vorhanden,

was zur Erreichung eines gedeihlichen Zieles als erforderlich betrachtet werden muss.

Um nun den gegenwärtigen Besitzstand der Lehre von den Leitungsbahnen ins Auge zu fassen und richtig zu würdigen, ist es nothwendig, die Methoden kennen zu lernen, welche zur Aufhellung des centralen Faserverlaufs verwendet worden sind.

In früherer Zeit bediente man sich zu diesem Behufe theils der Zergliederung mit dem Messer, theils der Abfaserung des gehärteten Gehirns und Rückenmarks. Noch jetzt hat die Methode der Abfaserung nicht ganz ihren Werth verloren, wenn sie auch in der Regel nur vorbereitende Zwecke zu erfüllen vermag, oder dazu dient, für bereits auf andere Wege erkannte Dinge ein passendes Demonstrations-Object zu liefern. Wo irgend verwickelte und feinere Markstrassen in Frage kommen, gewährt die Methode keinerlei Sicherheit und bedarf der Ergänzung durch andere. Ein Beispiel für die Abfaserungsmethode, deren sich insbesondere Gall, Burdach, Reil, Fr. Arnold, Foville neben vielen Anderen bedient haben, gibt uns die Fig. 310. Auch das Präparat zu der früher betrachteten Fig. 253 ist auf diese Weise hergestellt. Ist die Methode auch in hohem Grade unsicher und ergänzungsbedürftig, so zeigt sie uns doch so viel mit Entschiedenheit an, dass man schon vor längerer Zeit bemüht war, die Geheimnisse der centralen Faserung kennen zu lernen. Einzelne Theile der Gehirnfaserung stehen noch jetzt auf der durch die Abfaserungsmethode erreichten Stufe, so die als Associationssysteme bereits kennen gelernten Faserzüge, welche einzelne Theile der Hirnrinde miteinander verbinden (s. Fig. 287). Einzelnes aus der Hirnfaserung ist auch in Fig 310 sehr wohl erkennbar, so die Fortsetzung des Hirnschenkels in das Marklager der Hemisphäre, das Verhältniss der Stabkranzstrahlung zur Balkenstrahlung. Die alte Abfaserungsmethode ist in neuerer Zeit von Stilling, dem Sohne, dadurch verbessert und leichter ausführbar gemacht worden, dass die Stützsubstanz vor der Abfaserung mit Holzessig erweicht wird.

Einen neuen Weg in der Erforschung der Centralorgane schlug Stilling, der Vater, ein. Seine jetzt so vielfältig angewendete Methode bestand darin, einen Rückenmarkstheil oder einen Gehirntheil, ja ganze Rückenmarke in eine ununterbrochene Reihe von feinen, mikroskopisch zu untersuchenden Schnitten zu zerlegen, nachdem das Organ vorher in genügender Weise gehärtet worden war. Schon Rolando hatte 1824 dünne Schnitte des Centralnervensystems angefertigt, ohne indessen zur Stilling'schen Methode zu gelangen, welche dem Gesagten zufolge darin besteht, ein ganzes Organ nach bestimmten Richtungen in Schnitte zu zerlegen und aus der Kenntniss des feineren Baues der einzelnen Schnitte den Aufbau des ganzen Organs zusammenzusetzen. Im Januar 1842 liess Stilling bei einer Kälte von — 13° R. ein Stück Rückenmark durchfrieren und machte dann mit dem Skalpell einen mässig feinen Querschnitt durch dasselbe. „Als ich diesen“, so schreibt er, „unter das Mikroskop brachte und bei 15facher Linearvergrösserung die prächtigen Querfaserstrahlungen sah, da hatte ich einen Schlüssel gefunden, der die Gemächer zu dem wunderbaren Bau des Rückenmarks öffnete. Nicht froher hatte Archimedes sein εὕρηκα gerufen, als ich bei jenem Anblick ausrief.“ Stilling vertauschte die Friermethode alsbald mit der von Hannover zuerst verwendeten Härtung in verdünnten Chrom-

Fig. 310.

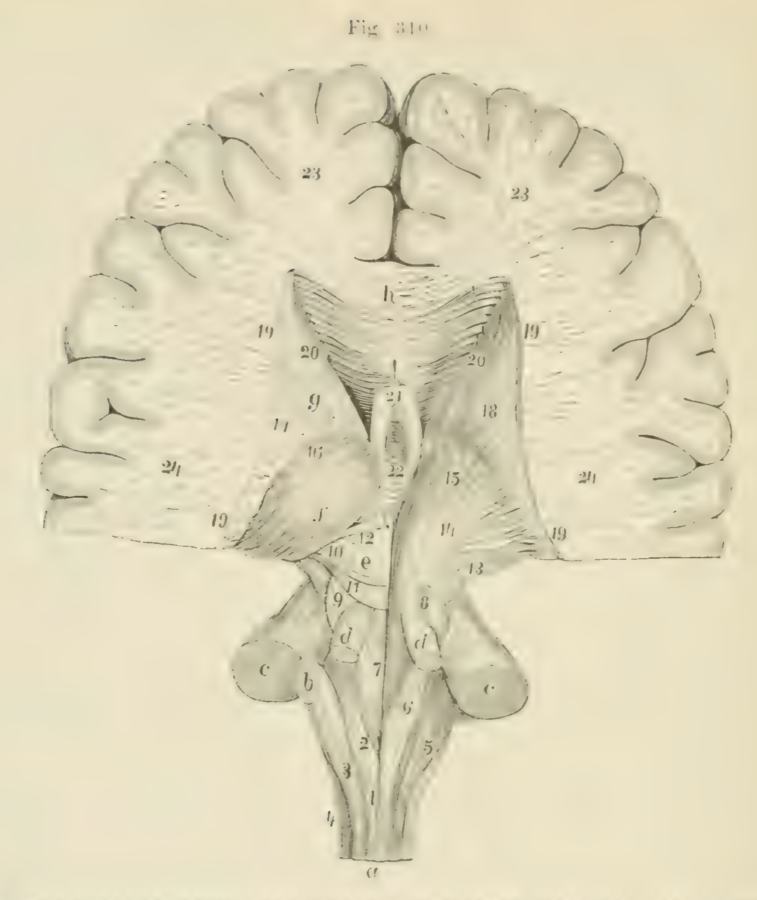


Fig. 310. Nach Arnold (Tabulae anatomicae). **Fasciculi medullae oblongatae posteriores, dispositio fibrorum colliculorum cerebri, decussatio fibrarum coronae radiatae et corporis callosi.**

Der Körper des Kleinhirns und ein grosser Theil der Grosshirnhemisphären sind entfernt. Rechts ist der Fasciculus gracilis und cuneatus, die Vierhügel und die hintere Commissur, der Seh- und Streifenhügel weggenommen; links sind diese Theile (Streifenhügel ausgenommen) in natürlicher Lage gelassen und ihre oberflächlichen Faserungen dargestellt; endlich ist die Kreuzung der Balken- und Stabkranzstrahlung wiedergegeben. a. Medulla oblongata; b. Pedunculus cerebelli sinister; der rechte Kleinhirnstiel ist entfernt; c. Crus cerebelli ad pontem; d. Crus cerebelli ad cerebrum; e. Corpus quadrigeminum (vorderer Hügel); f. Thalamus opticus; g. Oberflächliche Fasern unter dem Streifenhügel; h. Genu corporis callosi.

1. Funiculus gracilis; 2. Clava desselben; 3. Funiculus cuneatus; 4. Funiculus lateralis dexter; 5. Funiculus lateralis sinister; 6, Funiculus teres, dessen Bahn freigelegt ist, indem die bedeckenden Theile entfernt sind; 7. Funiculus teres der linken Seite; 8, Laqueus s. Lemniscus, durchschnitten; 9, Laqueus in natürlicher Lage; 10. Brachium conjunctivum anticum; 11. Brachium conjunctivum posticum; 12. Commissura cerebri posterior, welche sich zum hinteren Rand des Sehhügels begibt; 13. Hirnschenkelfuss; 14. Hirnschenkelhaube; 15. unter dem Sehhügel gelegene Haubenfasern; 16, Stratum zonale des Sehhügels; 17, oberflächliches Stratum der unter dem Streifenhügel gelegenen Fasern; 18, tiefes Stratum der unter dem Streifenhügel gelegenen Fasern; 19, Fuss des Stabkranzes; 20, Kreuzung der Stabkranz- mit den Balkenblättern; 21, Columnae fornicis, Schnittfläche; davon die Spitze des Balkenkniees mit einem Theil des Septum pellucidum; 22, Boden des dritten Ventrikels; 23, Stirnlappen mit Forceps anterior: 24, vorderer unterer Theil des Scheitellappens.

säurelösungen. Noch jetzt ist die Methode der Reihenschnitte, verbessert durch die unterdessen zu hoher Vollkommenheit gediehene Färbetechnik, verbessert auch durch die Anwendung vorzüglicher Mikrotome, eine der zur Untersuchung des Faserverlaufs am meisten verwendeten.

Eine dritte wichtige Methode ist die Degenerationsmethode.

Sie schliesst sich innig an die hier nicht ausführlicher zu erörternden physiologischen Methoden der Reizung bestimmter Faser- oder Zellenbezirke, sowie der Exstirpation bestimmter Bezirke und des Studiums der sie begleitenden Ausfallserscheinungen.

Was die Degenerationsmethode betrifft, so hatte Türck 1850 gefunden, dass die Unterbrechung der Leitung im Rückenmark zu Degenerationen führte, die sich aufwärts in anderen Fasersträngen vollzog als abwärts. Ebenso zeigte Waller 1852, dass durchschnittene Nerven in ganz bestimmten Richtungen degeneriren. Das Studium dieser secundären Degenerationen, wie man sie nennt (s. oben S. 330), ist seitdem für den Fortschritt der uns beschäftigenden Lehre von grosser Bedeutung geworden. Es ergab sich, dass im Rückenmark und im Gehirn ganz bestimmte Fasergebiete degenerieren, je nach dem Ort und der Ausdehnung des Eingriffs, welcher die Degeneration im Gefolge hatte. Die degenerirten Fasern konnten in der ganzen Länge ihres Verlaufes verfolgt werden, indem sie sich von den angrenzenden gesunden Gebieten wohl unterscheidbar abhoben. Das Fasergebiet, in welchem eine Degeneration sich vollzieht oder vollzogen hat, nennt man auch ein Fasersystem. Es gibt auch primäre Degenerationen, wie schon früher hervorgehoben wurde. Eine Anzahl von Rückenmarkserkrankungen befällt, sei es im Anfang ihres Auftretens oder für immer, nur bestimmte Systeme, z. B. die Hinterstränge des Rückenmarkes; man nennt sie Systemerkrankungen. Es liegt auf der Hand, dass auch die genaue Untersuchung solcher Systemerkrankungen fördernd auf die Kenntniss des centralen Faserverlaufs einzuwirken vermag. Von grösserer Wichtigkeit allerdings wird das Studium der genannten secundären Degeneration bleiben, welches, so vielfach es auch schon Anwendung gefunden hat, dennoch auch zukünftig noch Ausbeute verspricht. Von wesentlichem Belang für die richtige Beurtheilung der secundären Degeneration ist aber ein besonderer Umstand, den man beständig im Auge behalten muss, wenn man sich vor Irrthümern bewahren will. Die secundäre Degeneration ist für die Aufhellung eines Fasersystems von Wichtigkeit nur unter der Bedingung vorhandener positiver Ergebnisse. Folgt also auf einen bestimmten Eingriff eine Strangdegeneration, so ist dieses positive Ergebniss sicher zu verwerthen. Ein negatives Ergebniss zeigt jedoch nicht mit Sicherheit an, dass zwischen der Stelle des Eingriffs und dem negativ antwortenden Centraltheil keine inneren Beziehungen vorhanden sind. Es können solche Beziehungen vorhanden sein, sie werden jedoch nicht durch secundäre Degeneration ausgedrückt. Die Bedingungen der secundären Degeneration übersehen wir zur Zeit noch nicht vollständig und die Aufgabe, sie zu vollständiger Klarheit zu bringen, harret noch der Erledigung. Positive Ergebnisse sind dagegen von grossem Belang, wie folgende Beispiele zeigen.

Wird ein peripherer Nerv durchschnitten, so verfallen seine Fasern allmählich der Degeneration. Sie verlieren ihre Markscheide und auch der Axencylinder geht schliesslich unter, nachdem die ersten Spuren der Degeneration schon an ihm selbst hatten auftreten können. Die motorischen Fasern entarten unter allen Umständen, mag die Durchschneidung den Nervenstamm, oder die vordere Wurzel des Spinalnerven getroffen haben. Anders verhalten sich die sensiblen Fasern. Werden sie peripher vom Spinalganglion durchschnitten, so degeneriren sie wie die motorischen. Sie bleiben aber merkwürdigerweise erhalten, wenn die betreffende Wurzel centralwärts vom Ganglion getroffen worden ist, wenn also Nerv und Ganglion noch zusammenhängen und nur vom Rückenmark getrennt ist. Vom Spinalganglion aus muss also, so durfte geschlossen werden, ein Einfluss ausgehen, welcher den Zerfall, die secundäre Degeneration,

verhindert. Auf die motorische Wurzel erstreckt sich dieser Einfluss nicht, wie sich aus den Folgen ohne Weiteres ergibt. Die vom sympathischen Ganglion ausgehenden Fasern leisten nicht Gleiches für die vorderen Wurzelfasern; denn letztere degeneriren nach geschehener Durchschneidung der motorischen Wurzeln, obwohl der Zusammenhang mit dem sympathischen Ganglion durch den Ramus communicans noch vorhanden ist.

Der vom Spinalganglion auf die sensiblen Fasern sich erstreckende Einfluss wird verständlicher, wenn wir uns daran erinnern, in welcher Weise das Ganglion mit der sensiblen Wurzel verbunden ist (s. „Rückenmarksnerven"). Dieser Einfluss macht sich aber nicht allein nach der Peripherie geltend, sondern auch nach dem Rückenmark hin. Bleibt nämlich das Spinalganglion bei der Durchschneidung eines sensiblen Nerven mit dem Rückenmark in Verbindung, so tritt im Rückenmark keine Veränderung ein. Erfolgt dagegen die Durchschneidung centralwärts vom Ganglion, dann unterliegen im Rückenmark die eintretenden sensiblen Wurzelbündel und die Hinterstränge des Rückenmarks, soweit sie von jenen zusammengesetzt sind, der Degeneration. Die Degeneration ergreift aber auch die Funiculi graciles und die Kleinhirnseitenstrangbahn, die beide keine unmittelbaren Fortsetzungen der hinteren Wurzeln bilden. Dies ist insbesondere deutlich für die Kleinhirnseitenstrangbahn, deren Fasern aus Axencylinderfortsätzen der Zellen der Clarke'schen Säulen hervorgehen, während die Verbindung mit dem sensiblen Wurzelbündel durch das Gerlach'sche Netz erfolgt. Ueber die stattfindende Degeneration und das Verhältniss der Spinalganglien zur hinteren Wurzel orientirt das nebenstehende Schema, Fig. 311.

Nach neueren Untersuchungen (von Vejas) würden die Spinalganglienzellen entsprechend der älteren Ansicht für unipolare Zellen zu halten sein. Wenn jungen Kaninchen ein Stück Rückenmark entfernt worden war, wobei die abgerissenen Wurzeln bei den Ganglien zurückblieben, so fanden sich nach einiger Zeit im Operationsgebiet die Ganglien kleiner als in den intacten Abschnitten, weil die vorbeiziehenden motorischen und die zutretenden sensiblen Fasern fehlten. Die Zellen waren völlig normal und aus ihnen traten feine Fädchen hervor, die sich zu einem dünnen abgehenden Nerven zusammenfügten. In einer anderen Versuchsreihe waren an freigelegten Spinalganglien entweder eine oder beide Wurzeln oder der austretende Stamm durchschnitten worden. Bei Durchtrennung der Fasern zwischen dem Ganglion und dem Rückenmark blieb das Ganglion wohl erhalten, ging dagegen nach Durchtrennung der peripheren Fasern zu Grunde.

Fig. 311.

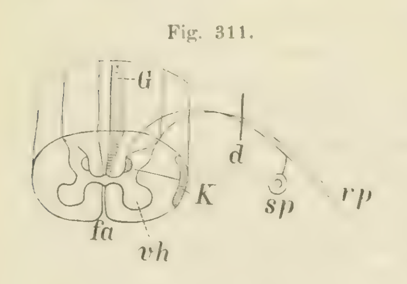


Fig. 311. Stückchen des Rückenmarks, dessen untere Querschnittsfläche sichtbar ist.

fa, Fissura mediana anterior; vh, Vorderhorn; der Strich bedeutet zugleich ventrale Wurzel; rp, dorsale Wurzel, von welcher eine Faser zur Spitze des Hinterhorns, die andere zur Clarke'schen Säule gelangt. Von letzterer zieht eine Faser in den Seitenstrang zur Kleinhirnseitenstrangbahn K; sp, Spinalganglienzelle und ihre Verbindung mit einer dorsalen Wurzelfaser; d, Durchschneidungsstelle; g, Funiculus gracilis.

Die vielen Versuche, die Leitungsbahnen durch Trennung der Nervenwurzeln bestimmter Gebiete, durch theilweise oder vollständige Durchschneidung des Rückenmarks in bestimmten Höhen mittels der secundären Degeneration

aufzuklären, sind natürlich nicht im Einzelnen hier zu behandeln. Dagegen haben wir Kenntniss zu nehmen von einer Anwendung der gleichen Methode auf junge und neugeborne Thiere. Wird bei neugebornen Thieren der höheren Klassen periphere oder centrale Nervensubstanz auf operativem Wege entfernt, so entwickeln sich Fasern, welche mit den verletzten Stellen im Zusammenhang stehen, nicht weiter, sondern gehen allmählich ganz unter, anscheinend, weil die Markscheidenbildung gehemmt wird. So hat Gudden, welcher diese Methode ausbildete, beispielsweise die nach der Exstirpation eines Auges im Gehirn auftretenden Atrophien auf Schnitten verfolgt. Auf der gleichen Grundlage untersuchte Mayser die centralen Bahnen des N. ischiadicus, Ganser den Verlauf der vorderen Commissur des Grosshirns, Monakow die nach der Durchschneidung eines Corpus restiforme auftretenden Atrophien. Von hohem wissenschaftlichen Werthe sind hie und da auftretende Fälle, in welchen die Natur selbst embryonale Defecte anlegt, Extremitäten nicht zur Entwicklung gelangen lässt oder sie intrauterin amputirt; oder Fälle, in welchen dieser oder jener Hirntheil frühzeitig zu Grunde ging, ohne dass das Leben und die Weiterentwicklung des Embryo im Ganzen aufgehoben wurde.

Von geringerer Bedeutung hat sich bis jetzt eine vierte Methode erwiesen, die Untersuchung der embryonalen Entstehung der Fasermassen. Es wurde schon früher hervorgehoben, dass die ganze Wand des Medullarrohrs ursprünglich allein aus Zellen besteht und dass die Fasern ein zwar frühzeitig auftretendes, dennoch aber nur secundäres Gebilde darstellen, welches aus lokal verstärktem Wachsthum der Zellen hervorging. Wir kennen nun also den ersten Ursprung der Fasermassen; auch die Entwicklung der vorderen und hinteren Wurzeln ist bekannt. Dagegen gelingt es auf diesem Wege nicht, die verschiedenen Fasersysteme des zukünftigen Markmantels der Hemisphäre von einander zu scheiden.

Ebenfalls von geringerem Belang für die Aufhellung des centralen Faserverlaufs war bisher eine fünfte Methode, die vergleichend-anatomische, welche darauf ausgeht, in vergleichendem Verfahren die niedersten Zustände des Nervensystems im Thierreich zum Ausgangspunkte zu nehmen und die höheren Stufen auf Grundlage der niederen zu begreifen. Der denkbar einfachste (schematisirte) Fall eines Nervensystems ist jener, in welchem eine Nervenzelle eine sensible Nervenfaser aus der Peripherie aufnimmt und eine zweite, motorische Faser zur Peripherie, zur Muskulatur aussendet (Fig. 312). Mag jede dieser Fasern durch eine Gruppe, die Nervenzellen selbst mehrfach vorhanden

Fig. 312.

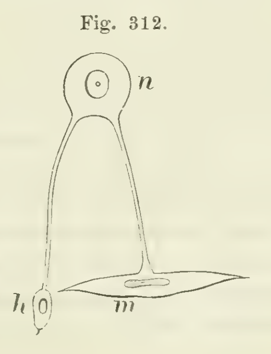


Fig. 312. Schema eines einfachsten Nervensystems.

n, die Nervenzelle; h, eine epitheliale Stiftzelle, mit einer sensiblen Hautfaser in Verbindung; m, eine Muskelzelle mit einer motorischen Faser zusammenhängend.

und auf die beiden Faserarten vertheilt sein, der Unterschied ist kein wesentlicher: die Nervenzellen beider Art hängen alsdann miteinander zusammen und es ist ein einfacher neuraler Apparat vorhanden, dessen Wesen mit jenem ein-

fachsten Fall übereinstimmt. Welch ein colossaler Abstand zwischen dieser Stufe und den höchsten sich ausdehnt, ist ohne Weiteres ersichtlich. Ferner liegt bereits Mancherlei auf vergleichend-anatomischem Gebiete vor, was sich von Einzelheiten zur Verwerthung für das Verständniss des Faserverlaufs der höheren Organismen benützen lässt; anderseits sind die feineren Verhältnisse des centralen Faserverlaufs der niederen Thierwelt vielfach noch wenig bekannt. Betrachten wir beispielsweise das Nervensystem bei den Insekten (Fig. 313), so durchzieht ursprünglich der Bauchstrang mit seinen Ganglien in der Regel die ganze Länge des Thieres, so dass das letzte Ganglion im letzten Körpersegmente seine Lage hat. Bei den Myriapoden findet sich ein solcher Zustand dauernd vor; bei den Insekten dagegen treten mit dem Uebergang aus dem Larvenzustand in den vollkommenen mehr oder weniger weitgehende Aenderungen auf, insofern die einzelnen Ganglien selbst in ausgedehnter Weise verschmelzen können. Das obere Schlundganglion (Gehirnganglion) zeigt fast immer (so auch in unserer Figur) eine deutliche Scheidung in zwei Hälften. Das untere Schlundganglion, mit dem oberen auf jeder Seitenhälfte durch eine Commissur verbunden und so den Schlundring bildend, entsendet Fäden für die Mundorgane, während das obere die Augen und Fühler versorgt. Die darauf folgenden drei Ganglienpaare geben vorzugsweise die Nerven für die Gliedmassen (Füsse und Flügel) ab und zeichnen sich darum auch durch oft sehr bedeutende Grösse aus. Die übrigen Ganglien sind in der Regel klein, während das letzte durch seine Beziehung zum Geschlechtsapparat wieder bedeutendere Grösse erreichen kann. Im vorliegenden Fall treten die Längscommissuren zwischen den Ganglien deutlich hervor. Inniger noch ist die Querverbindung; in unserer Figur sind die hinter dem unteren Schlundganglion gelegenen Ganglien beider Körperhälften näher aneinandergerückt und durch Commissuren miteinander verbunden zu denken. Von den Ganglien (oder ihren Längscommissuren) gehen die peripheren Nerven aus. Der Ursprung dieser Nerven hält sich für jedes Segment an die zugehörigen Segmentalganglien. Man wird nicht ohne Vortheil die bei den Insekten und in ähnlicher Weise anderwärts getroffene Anordnung auch für die Beurtheilung der höheren und höchsten Formen des Nervensystems in Erwägung ziehen.

Fig. 313.

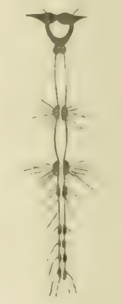


Fig. 313. Nervensystem von Dytiscus mit Längscommissuren; die Quercommissuren der sieben hinteren Segmentpaare sind der Deutlichkeit wegen nicht eingezeichnet.

Mehr als alle bisher genannten hat die zuletzt zu erwähnende sechste Methode für die Aufhellung des centralen Faserverlaufs im menschlichen Gehirn geleistet; sie ist ebenfalls eine entwicklungsgeschichtliche und stützt sich auf die zeitlich und räumlich geordnete Markscheidenbildung der verschiedenen Fasersysteme, wie bereits früher erwähnt worden ist. Die Untersuchung der systematischen Markscheidenbildung ist von Flechsig in umfassender Weise zur Methode ausgebildet und dadurch eine Fülle neuen Materials an's Licht gebracht worden. Die verschiedenen Fasermassen, die am Rückenmark des Erwachsenen so gleichartig aussehen, sind dies nicht zu jeder Zeit. Sie unterscheiden

sich in der Embryonalzeit sehr wesentlich dadurch, dass sie zu verschiedener Zeit ihre Markscheide erhalten. Während ganze Fasersysteme auf bestimmten Entwicklungsstufen noch marklos und gallertartig durchsichtig sind, fallen andere als scharf begrenzte markhaltige Stränge durch ihre blendende Weisse auf. Man kannte diese Thatsache schon früher und einzelne Bruchstücke des Faserverlaufs sind auch daraus abgeleitet worden. Allein die Thatsache musste erst wieder neu entdeckt und vor Allem zur Methode ausgebildet werden, bevor es möglich geworden war, dass ein grösserer Erfolg sich daran knüpfte. Was eine gute Methode und ihre sorgfältige Durchführung zu leisten vermag, zeigt sich bei dieser sechsten Methode in sehr bemerkenswerthem Grade. Denn so viel des Interessanten und Wichtigen auch durch die übrigen Methoden geleistet worden war und geleistet zu werden noch in Aussicht steht, so belehrt uns doch ein prüfender Ueberblick alsbald, dass die Methode der Markscheidenbildung umgestaltend in der Lehre von den Leitungsbahnen gewirkt hat und dass die Haupterrungenschaften auf diesem Gebiete wesentlich durch sie zu Tage gefördert worden sind.

Nachdem einmal der Anfang gemacht war, tiefer in den feineren Bau des Rückenmarks und Gehirns einzudringen, traten schon frühzeitig Bestrebungen hervor, den jeweiligen Besitzstand an einzelnen Kenntnissen zur Ausarbeitung eines Gesammtbildes der inneren Organisation des Rückenmarks und Gehirns zu benützen. Denn, wie Burdach 1819 mit Recht bemerkt, „das Sammeln einzelner Baustoffe ist es doch nicht allein, was Noth thut. In jedem Zeitraume, wo eine neue Masse derselben gewonnen worden ist, mögen wir von Neuem daran gehen, sie zum Gebäude zu fügen. Durch solche Gestaltgebung wird das Fortschreiten des Forschungsgeistes zu neuen Entdeckungen keineswegs gehemmt; vielmehr erfahren wir gerade erst, wenn wir das Ganze überblicken, die Lücken unserer Kenntnisse und lernen einsehen, welche Richtungen die Forschung künftig nehmen muss. Möge der Versuch eines solchen Baues sich immer wiederholen. Keiner geht vorüber, ohne dem Wissen förderlich gewesen zu sein.“

Schon Descartes, in seinem Tractatus de homine (1662) gab schematische Darstellungen der Hirnfaserung. Rückenmarksschemata lieferten Stilling, Kölliker, Ludwig, Gerlach, Bidder und Leydig, Laura u. A. Ueber grössere Gebiete noch verbreiteten sich Zeichnungen von Meynert, welche sich auf das Rückenmark und den hinteren Abschnitt des Gehirns bis zu den Vierhügeln beziehen. In der neuesten Zeit folgten die Darstellungen von Aeby und von Flechsig, welche sich auf das ganze Centralnervensystem erstrecken.

Von den älteren Schemen sei beispielsweise dasjenige von Kölliker als lehrreich hier in Betrachtung gezogen. Seine Sätze sind die folgenden: „1) die Fasern der motorischen und sensiblen Wurzeln haben ihre Ursprünge (Endigungen) theils im Marke theils im Gehirn mit Inbegriff der Medulla oblongata. 2) Die im Mark entspringenden Wurzelfasern stammen von den Nervenfortsätzen der Zellen und gibt es besondere motorische und sensible Zellen. 3) In jeder Rückenmarkshälfte stehen alle Zellen einer Art durch ihre verästelten Ausläufer, indem dieselben wahrscheinlich ein Netz bilden, untereinander in Verbindung, bilden jedoch eine gewisse Zahl Abtheilungen (Kerne), die auf jeden Fall der Menge der Wurzeln entsprechen, wahrscheinlich aber noch zahlreicher sind. 4) In derselben Weise hängen auch die sensiblen und motorischen Zellen und

die Zellen der rechten und linken Rückenmarkshälfte durch Anastomosen zusammen. 5) Die Richtigkeit der Annahme solcher Anastomosen vorausgesetzt erscheint es ebenso leicht möglich, dass dieselben durch die unveränderten verästelten Zellenausläufer sich machen oder dass diese zum Theil überall vorher die Natur dunkelrandiger Fasern annehmen. 6) Die Zellen, die als Quellen und Enden der Wurzelfasern sich ergeben, stehen durch besondere Leitungsfasern mit dem Gehirn in Verbindung, die wahrscheinlich alle in den weissen Strängen verlaufen. Da die Zahl dieser Leitungsfasern geringer zu sein scheint als die der Wurzelfasern, so entspricht wahrscheinlich eine Leitungsfaser immer einer Gruppe von Nervenzellen und Wurzelfasern. 8) Die Leitungsfasern sind allem Anscheine nach ebenfalls wie die Wurzelfasern Fortsetzungen von Nervenfaserfortsätzen der Zellen. Ist dem so, so müssen, da keine Zelle zwei Nervenfaserfortsätze abgibt, besondere Zellen für die Leitungsfasern angenommen werden, von welchen Leitungszellen dann vor Allem das gelten würde, was unter 4) von den Anastomosen von vorn nach hinten und von rechts nach links bemerkt wurde. Ausserdem könnten auch noch manche Zellen vorkommen, die einfach als Bindeglieder dienen und weder mit Wurzelfasern noch mit Leitungsfasern unmittelbar zusammenhängen."

Was das Gehirn betrifft, so strebte eine Reihe von Forschern, vor Allen Deiters, ein Verständniss des Hirnbaues dadurch zu gewinnen, dass sie den Bau verschiedener Theile des Gehirns, insbesondere der Medulla oblongata, auf den des Rückenmarks zurückzuführen versuchten. Ein anderer verdienstvoller Forscher dagegen, Meynert, nahm seinen Ausgangspunkt überwiegend von physiologischen Ueberlegungen. Er brachte in seinem Hirnschema die innerhalb des ganzen Hirns vorhandene graue Substanz in vier Abtheilungen, indem er unterschied: 1) die flächenhaft ausgebreitete graue Substanz der Grosshirnrinde; 2) die graue Substanz der von ihm unter dem Namen Hirnganglien zusammengefassten Gebilde, nämlich des geschwänzten und linsenförmigen Kerns, des Sehhügels und der Vierhügel; 3) das centrale Höhlengrau, d. i. diejenige graue Substanz, welche in der Verlängerung der grauen Säulen des Rückenmarks die Wandungen des vierten Ventrikels, der Sylvi'schen Wasserleitung und des dritten Ventrikels auskleidet; 4) die grauen Lager des Kleinhirns, mögen sie der Rinde des Organs angehören oder in seiner Tiefe versteckt liegen.

Sieht man davon ab, dass einige graue Massen, wie die Brückenganglien, die Oliven u. s. w. in diesem System keine Stelle gefunden haben, so sind es insbesondere embryologische Gründe, welche gegen dasselbe geltend gemacht werden müssen. Vom embryologischen Standpunkte aus ist keine andere Eintheilung haltbar, als sie bereits oben gegeben worden ist. Die fünf aus den drei primären Hirnbläschen hervorgegangenen Hauptabtheilungen müssen bis zu gewissem Grade als selbständige Gebilde betrachtet werden; in jedem einzelnen muss alsdann die vorhandene graue Substanz in Unterabtheilungen gebracht werden, soweit eine Berechtigung hiezu vorhanden ist. So wird es also beispielsweise nicht möglich sein, das Zwischenhirn als ein Ganglion des Grosshirns zu betrachten, beide sind vielmehr morphologisch einander gleichwerthig; dasselbe ist der Fall mit dem Mittelhirn u. s. w. Vom embryologischen Gesichtspunkte aus nimmt auch der Begriff des sogenannten Höhlengrau einen ganz anderen

Inhalt an, als bei ausschliesslicher Beurtheilung der Zustände des Erwachsenen. Der geschwänzte und linsenförmige Kern sind, embryologisch beurtheilt, nichts anderes als basale, in die Ventrikel eingestülpte, in bestimmter Weise modificirte Rindengebiete des Grosshirns, oder sie gehören zum Höhlengrau desselben. Beide anscheinend weit getrennte Begriffe hängen auf embryologischer Grundlage innig miteinander zusammen.

Trotz dieser grossen Mängel sind wir indessen keineswegs der Meinung, das Meynert'sche Hirnschema sei ganz ohne Werth, insbesondere aus dem Grunde nicht, weil mit dem Angegebenen nur ein Theil, und zwar der kleinere Theil der Darstellung dieses Forschers ausgedrückt wird. Meynert berücksichtigt nämlich auch die Leitungsbahnen und sucht auf physiologischem Hintergrund die Hauptzüge der Hirnfaserung zu enthüllen. Er geht dabei von dem Gedanken aus, dass jeder Theil des Körpers in unmittelbarer oder mittelbarer leitender Verbindung mit der Grosshirnrinde steht, indem dieselbe die Fähigkeit besitzt, einerseits von sämmtlichen empfindenden Flächen Empfindungseindrücke aufzunehmen, andererseits den Muskeln Bewegungsantriebe zuzuschicken.

Alle peripheren Theile sind dem entsprechend nach der Vorstellung von Meynert in der Hirnrinde vertreten; letztere ist als eine Projectionsfläche anzusehen, auf welche die Aussenwelt projicirt wird. Die Leitungsbahnen zwischen der Grosshirnrinde und der Peripherie nennt er darum Projectionssysteme.

Das gesammte Projectionssystem ist aber kein ununterbrochenes, vielmehr findet nach Meynert's Anschauung von der Hirnrinde bis zur Peripherie eine zweimalige Unterbrechung durch graue Massen statt. So entsteht ein Projectionssystem erster, zweiter und dritter Ordnung. Zunächst convergiren die von der Hirnrinde sich entwickelnden Fasern zu den von Meynert als „Hirnganglien“ bezeichneten grauen Massen (Streifenhügel, Sehhügel, Vierhügel) und senken sich in dieselben ein. Dies ist das Projectionssystem erster Ordnung. Mit bedeutend verringerter Fasermenge tritt die Fortsetzung aus den genannten Hirnganglien aus und verläuft nun als Projectionssystem zweiter Ordnung längs des ganzen Hirnstammes und längs des Rückenmarks abwärts, um in der ganzen Ausdehnung Fasern an die zweite graue Unterbrechungsmasse abzugeben, an das „centrale Höhlengrau“, aus welchem die graue Substanz des Rückenmarks besteht. Dieses Grau erstreckt sich vom dritten Ventrikel (einschliesslich) bis zum Conus medullaris des Rückenmarks. Demgemäss haben die Fasern des zweiten Systems eine sehr verschiedene Länge; die Dicke des Systems nimmt nach hinten allmählich ab, die Länge zu. Aus dem centralen Höhlengrau entsteht endlich das Projectionssystem dritter Ordnung. Dieses besteht aus den peripheren Nerven und zeichnet sich gegenüber dem zweiten wieder durch eine bedeutende Vermehrung der Faserzahl aus.

Das Projectionssystem erster Ordnung (oder das erste Glied des Projectionssystems) bildet den Hauptbestandtheil der Reil'schen Stabkranzfaserung; das Projectionssystem zweiter Ordnung (zweites Glied des Projectionssystems) stellt die Hauptfaserzüge des Hirnschenkelsystems von Reil dar, schliesst sowohl den Fuss als die Haube des Hirnschenkels in sich ein und geht in die langen Bahnen des Rückenmarks über; das Projectionssystem dritter Ordnung (drittes Glied des Projectionssystems) wird wie gesagt von den peripheren Nerven gebildet. Im Gebiet des zweiten Projectionssystems findet eine Kreuzung der Fasermassen

statt, so dass die Grosshirnhemisphären mit den entgegengesetzten Körperhälften verbunden sind. In das zweite Projectionssystem ist ferner das Kleinhirn eingeflochten, welches nach vorn mit den „Hirnganglien" beziehungsweise mit der Grosshirnrinde, nach hinten mit dem Rückenmark Verbindungen besitzt. Das zweite Projectionssystem besteht ferner aus zwei morphologisch und physiologisch verschiedenen Bahnen als Verbindungen zwischen den Hirnganglien und dem centralen Höhlengrau, einer ventralen (Hirnschenkelfuss) und einer dorsalen (Hirnschenkelhaube). Der Fuss steht nach Meynert mit dem geschwänzten und linsenförmigen Kern, die Haube mit dem Sehhügel und den Vierhügeln in Verbindung. Erstere werden daher als Ganglien des Fusses, letztere als Ganglien der Haube betrachtet. Der Hirnschenkelfuss enthält die Willkürbahnen, die Haube Reflexbahnen. Ein in der Substantia nigra enthaltenes Fasersystem bildet das Stratum intermedium.

Dem Projectionssystem stehen gegenüber 1) die Commissurensysteme, welche zur Verbindung identischer Stellen beider Hälften dienen (Balken, vordere Commissur); 2) die Associationssysteme, bestimmt zur Verbindung verschiedener Stellen derselben Hemisphäre.

Dies sind die Grundzüge der Meynert'schen Lehre vom Hirnbau. Wie überhaupt Schemen ihrer Natur nach etwas Wandelbares haben, so blieb auch das von Meynert aufgestellte von dem Schicksal nicht verschont, von der zunehmenden Erfahrung überholt zu werden. Viele der Säulen, welche zur Stütze des Gebäudes aufgerichtet worden waren, sind unterdessen gesunken und man könnte glauben, auch die letzten, schon geborsten, könnten über Nacht dahinstürzen. Gewisse Gedanken aber, wie jene, welche die Verknüpfung der Hirnrinde mit der Aussenwelt durch ein grosses Projectionssystem ausdrücken, werden dennoch bestehen bleiben und fortwirken. Meynert kommt ausserdem das Verdienst zu, zum ersten Mal auf einem schwierigen Gebiete ein umfassendes, seiner Zeit wohlberechtigtes System des Hirnbaues aufgestellt zu haben.

Das vor Kurzem (1883 u. 1885) erschienene, von Aeby ausgearbeitete Hirnschema ist von dem vorhergehenden durch einen Zeitraum von mehr als einem Jahrzehnt getrennt, stellt die unterdessen gewonnenen Erfahrungen übersichtlich und klar zusammen, indem es dabei insbesondere auf den Beobachtungen von Flechsig und Wernicke fusst. In streitigen Fragen schliesst sich das mit grossem Beifall aufgenommene Hirnschema, wie Aeby hervorhebt, vor Allem der Darstellung des verdienstvollen Wernicke (Lehrbuch der Gehirnkrankheiten Bd. I) an und verweist auf die von letzterem gegebenen Begründungen. Durch die Vergleichung der in dem Schema von Aeby enthaltenen Angaben mit dem unmittelbar nachher zu betrachtenden Hirnplan von Flechsig wird der Lernende sofort vertraut einerseits mit dem gegenwärtigen Stand der Lehre von den Leitungsbahnen, andererseits mit den wichtigsten Streitpunkten, die in dieser Hinsicht noch vorhanden sind. Die Erreichung dieses Zieles ist für jetzt wünschenswerther, als die Betonung eines einseitig dogmatischen Standpunktes.

Aeby theilt nach den Lehren der vergleichenden Anatomie das centrale Nervensystem in ein segmentales und nichtsegmentales Gebiet ein. Das Rückenmark ist segmental angelegt und richtet sich nach der allgemeinen Wirbelgliederung. Das Gehirn zerfällt in ein segmentales und ein nichtsegmentales Stammgebiet und in ein Hemisphärengebiet.

A) Das segmentale Stammgebiet des Gehirns enthält segmentale Bestandtheile, bis zur völligen Unkenntlichkeit verwischt, in den verschiedenen Nervenkernen, von welchen die meisten dem verlängerten Mark und seinem centralen Höhlengrau angehören, einige aber bis zum Höhlengrau des dritten Ventrikels vorrücken. Die unterste Gruppe der Nervenkerne gehört dem neunten bis zwölften Hirnnerven an; die mittlere dem sechsten bis achten; die folgende dem fünften; die vierte Gruppe ist ausschliesslich motorisch und gehört dem dritten und vierten Hirnnerven an, während die Reihe der sensiblen Kerne nach vorn mit dem Trigeminus abschliesst. Im Ganzen sind also vier Gruppen von Nervenkernen zu unterscheiden. Der Olfactorius ist als ein direktes Differenzirungsprodukt des Vorderhirns, der Opticus als ein solches des Zwischenhirns zu betrachten.

B) Das nichtsegmentale Stammgebiet des Hirns ist gegeben 1) durch den Haubenstrang; 2) durch den Schleifenstrang (s. Fig. 314).

Der Haubenstrang enthält von grauer Substanz: den Kern des Keilstrangs, die Olive, den Nucleus dentatus cerebelli, den rothen Kern, den Sehhügel und den Globus pallidus des Linsenkerns. Die weisse Substanz des Haubenstrangs besteht aus dem Oliven- und Grosshirnschenkel des Kleinhirns.

Der Schleifenstrang enthält von grauer Substanz: den Kern des Goll'schen Strangs, die Ganglien des Vierhügels und den Sehhügel. Die weisse Substanz des Schleifenstrangs enthält die Schleife, die Vierhügelarme und den Goll'schen Strang.

Der Haubenstrang (Fc) geht aus den hinteren Grundbündeln oder dem Keilstrang des Rückenmarks hervor und geht in den Nucleus funiculi cuneati (c) ein. Auch weiter cerebralwärts ist seine Neigung gross, graue Massen in seine Bahn aufzunehmen, indem er durch die Olive (O), weiterhin durch den Nucleus dentatus cerebelli (d), durch den rothen Kern (rk) unterbrochen wird und darauf theils zum Sehhügel (Th), theils zum Globus pallidus (Gp) zieht, welcher wesentlich zum Sehhügel gehört. Die aus der Olive hervorgegangenen Fasern des Haubenstrangs kreuzen sich mit denjenigen der anderen Seite und bilden den Olivenschenkel des Kleinhirns, d. h. den Haupttheil des Corpus restiforme (Fr). Aus der concaven Fläche des Nucleus dentatus cerebelli hervortretend bilden sie den Vierhügel- oder richtiger den Grosshirnschenkel des Kleinhirns (Pcq), der auch bekanntlich Bindearm genannt wird. Jenseits des rothen Kerns erfolgt die erwähnte Gabelung in zwei Endäste, deren einer zum Globus pallidus, der andere zum Sehhügel zieht. Eigenthümliche Zellenmassen (die Substantia nigra und der Luys'sche Körper) die vielleicht zum System des Globus pallidus gehören, sind theils an- theils eingelagert.

Der Schleifenstrang (Sch) geht aus dem Funiculus gracilis (Fg) hervor, der in den Nucleus funiculi gracilis (g) einmündet. Die aus diesem hervorgehende Fasermasse gibt ein kleines Bündel (x) an die gleichseitige Kleinhirnhälfte ab, biegt darauf in scharfem Bogen um die Kerne der Vagusgruppe nach vorn, überschreitet die Mittellinie (was bei der Projection des Faserverlaufs auf die Sagittalebene nicht zu sehen ist) und gelangt so zur ventralen Seite des Processus cerebelli ad Corpus quadrigeminum (Pcq) der anderen Seite. Der Schleifenstrang vervollständigt auf diese Weise die Haube des Mittelhirns, als deren unterste, von der Substantia nigra begrenzte Abtheilung. Die Fasermasse

Fig. 314.

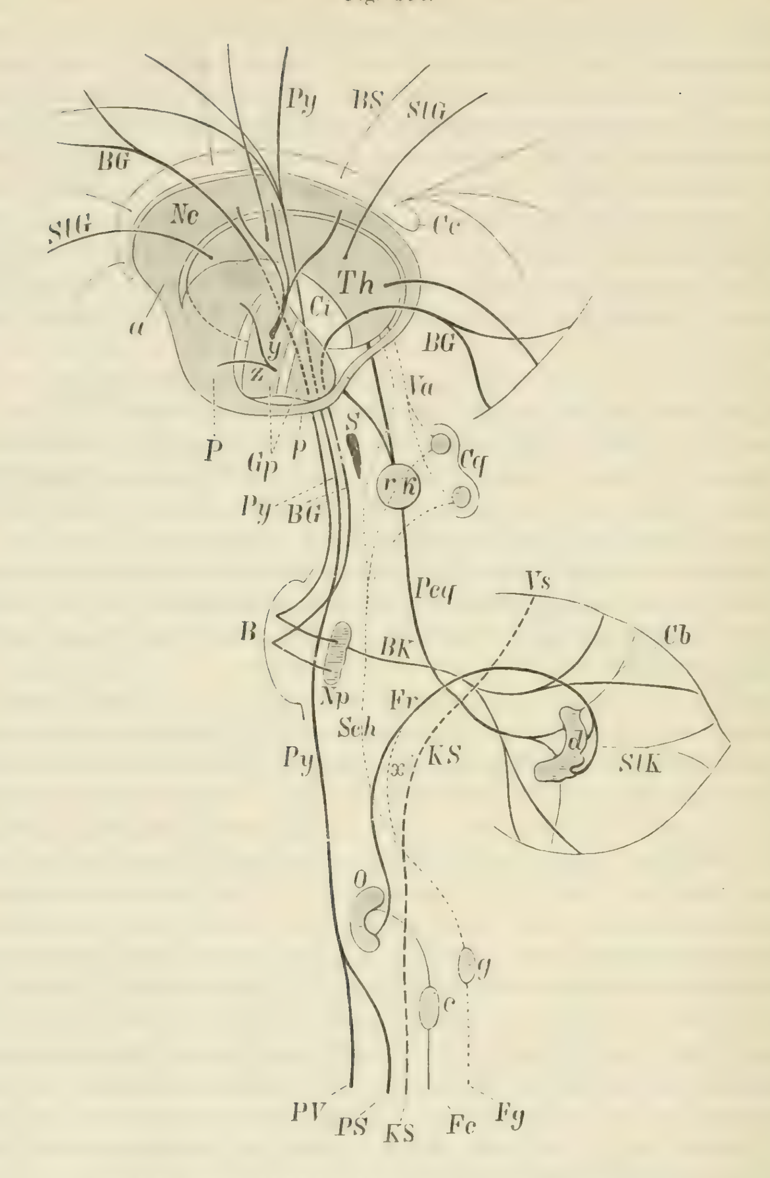


Fig. 314. Hirnschema bei seitlicher Ansicht. (Nach Aeby).

c, Nucleus funiculi cuneati. g, Nucleus funiculi gracilis. O, untere (grosse) Olive. Cb, Rinde des Kleinhirns. Vs, Vermis superior des Kleinhirns. d, Nucleus dentatus cerebelli B. Brücke. Np, Nucleus pontis lateralis. Cq, Corpus quadrigeminum. rk, rother Kern der Haube. S, Substantia nigra Sömmerringii. P, Putamen (Linsenkern von Aeby). Gp, Globus pallidus. Nc, Nucleus caudatus. a, vordere Verbindung zwischen dem Putamen und dem Nucleus caudatus. Tb, Thalamus opticus. Ci, Capsula interna. Cc, Corpus callosum. PV, PS, Vorder- und Seitenstrangpyramidenbahn. Py, Py, Pyramidenbahn, dorsalwärts in der Grosshirnrinde endigend. KS, Kleinhirnseitenstrangbahn, zum Oberwurm (Vs) ziehend. Fc, Funiculus cuneatus. Fr, Funiculus (Corpus) restiformis. Pcq, Processus cerebelli ad Corpus quadrigeminum, zum rothen Kern und von ihm zum Thalamus und Globus pallidus ziehend. Fg, Funiculus gracilis. Sch, Schleifenstrang. x, Bündel der Schleife zum Kleinhirn. Va, Vierhügelarme (Brachia conjunctiva) zum Sehhügel. StK, Stabkranz des Kleinhirns. StG, Stabkranz des Grosshirns = Thalamusverbindungen des Grosshirns, deren vier in der Figur gezeichnet sind. y, Verbindung des Nucleus caudatus mit dem Globus pallidus. z, Verbindung des Globus pallidus mit dem Putamen (welche zusammen den Linsenkern der Autoren ausmachen). BG, BG, vorderes und hinteres Bündel des Brückenschenkels des Grosshirns. BK, Brückenschenkel des Kleinhirns. BS, Balkenstrahlungen zur Grosshirnrinde (es sind deren sieben Linien gezeichnet).

des Haubenstrangs ordnet sich schliesslich zu drei Bündeln, welche seitlich über den Haubenstrang hervortreten und ihn dorsalwärts oberflächlich umgreifen. Der obere (vordere) von ihnen geht geradenwegs zum gleichseitigen Sehhügel (Th); der mittlere und wahrscheinlich auch der untere durch das Ganglion des vorderen und hinteren Vierhügels (Cq) zum entgegengesetzten Sehhügel. Die Strecke zwischen Vierhügel und Sehhügel entspricht den Brachia conjunctiva des Vierhügels.

Die Bildung des Schleifenstrangs verhält sich im Rückenmark anders als die des Haubenstrangs. Jener entsteht so, dass von den Hintersäulen ausgehende aufsteigende Fasern allmählich sich zur Schleifenbahn zusammenlegen, nachdem die Fasern beider Seiten sich vorher schon gekreuzt haben.

Der Anschluss der von dem Kern des Keilstrangs medullarwärts ziehenden Fasern an die einzelnen Rückenmarkssegmente ist dagegen grossentheils nur ein mittelbarer, durch kurze Bahnen von Segment zu Segment dargestellter. Auch die Fasern des Keilstrangs erfahren jedoch eine Kreuzung. Diese Kreuzung ist für die Goll'schen Stränge vielleicht eine direkte, schon durch die Nervenwurzeln geschehende, für die Keilstränge eine indirekte.

C. Das Hemisphärengebiet des Gehirns. Es besteht aus der Rinde des Gross- und Kleinhirns, sowie aus dem Nucleus caudatus und lentiformis. Als Linsenkern ist nur das Putamen zu betrachten, während der Globus pallidus dem Sehhügel zugehört. Die Verbindungen der Hemisphärenrinde sind theils äussere (zum Anschluss an medullarwärts gelegene Theile), theils innere (zur gegenseitigen Verbindung einzelner Rindengebiete). Zur ersteren Abtheilung gehört die Pyramidenbahn (Py), welche sich aus einem Vorderstrang- und Seitenstrangtheil zusammensetzt, und die Kleinhirnseitenstrangbahn (KS), erstere zur Rinde des Grosshirns, letztere zur Rinde des Kleinhirns ziehend. Pyramiden- und Kleinhirnseitenstrangbahn verbinden das Rindengebiet mit dem segmentalen Gebiet. Zur Verbindung der Rinde mit dem nichtsegmentalen Stammgebiet ist der Stabkranz des Gross- und des Kleinhirns bestimmt. Als solchen bezeichnet Aeby die radiär gestellten Fasern zwischen der Rinde und den nächstgelegenen Ganglien, welche am Grosshirn durch den Sehhügel und Globus pallidus, am Kleinhirn durch den Nucleus dentatus gegeben sind. Als Stabkranz des Grosshirns sind also in Fig. 314 die von der Grosshirnrinde zum Sehhügel (Th) ziehenden Faserbündel Stg zu betrachten. Die Verbindung des Nucleus caudatus (Nc) und lentiformis (P) mit dem Globus pallidus (Gp) wird durch die Bündel y und z dargestellt. Am Kleinhirn haben wir den Stabkranz in den Bündeln StK vorliegend.

Die inneren Rindenverbindungen zerfallen in solche, die zwischen der Gross- und Kleinhirnrinde bestehen, und in eigene Rindenverbindungen des Gross- und Kleinhirns. Letztere sind gegeben durch die Windungscommissuren des Gross- und Kleinhirns (Fibrae arcuatae, Gewölbe, Balken, vordere Commissur). In Fig. 314 ist von solchen nur der Balken (Cc) mit seiner Strahlung (BS) angegeben.

Die Rindenverbindungen zwischen Gross- und Kleinhirn sind gegeben durch die Brückenschenkel des Gross- und Kleinhirns. Die Brückenschenkel des Kleinhirns gehen von der Kleinhirnrinde aus und gelangen zu den seitlichen Brücken-

ganglien (Np). Von letzteren aus nehmen die Brückenschenkel des Grosshirns (BG) ihren Anfang, gelangen zur Mittellinie, kreuzen sich hier mit denjenigen der anderen Seite, und ziehen, der Pyramidenbahn mit einem medialen und lateralen (vorderen und hinteren) Bündel anliegend, mit letzterer durch die innere Kapsel (Ci) zur Rinde. Das vordere Bündel gelangt dabei zu Gebieten, welche vor, das hintere zu solchen, welche hinter dem Rindengebiet der Pyramidenbahn liegen. Jenes vertheilt sich im Stirnlappen und gilt als motorisch, das hintere dagegen im Hinter- und Schläfenlappen und gilt als sensibel.

Hiermit ist uns der Inhalt dieses Hirnschema bereits bekannt geworden. Erleichtert wird die Orientirung in den Lageverhältnissen, und besonders in den Kreuzungen noch durch eine von Aeby gegebene Projection des Faserverlaufs auf die Frontalebene, auf welche nebst dem ausführlicheren Text hier hinzuweisen ist. Aber auch ohne dieselbe, wie überrascht ist doch der Lernende von den verhältnissmässig so einfach erscheinenden Linien des gefürchteten Faserverlaufs, die uns in diesem Schema so unerwartet entgegentreten! Wie leicht ist Alles dem Gedächtniss einzuprägen, und wie willig fügt es sich den daran geknüpften Ueberlegungen! Einfachheit ist zudem in gewissem Sinne so oft der Stempel des Richtigen, dass auch von dieser Seite her auf das Schema ein günstiges Licht fällt. Unstreitig stehen fernerhin auch viele der in dem Schema niedergelegten wichtigen Thatsachen fest; bei einer anderen Reihe ist dies dagegen nicht der Fall, und Aeby selbst ist der Letzte, der diesen Umstand verkennen wollte; spricht er sich doch selbst in diesem Sinne deutlich genug aus. Indem wir bezüglich der Begründung des Schema den Leser ebenfalls auf Wernicke's Darstellung aufmerksam zu machen uns erlauben und den angeblich hohen Werth der Eintheilung des Gehirns in ein segmentales und nicht-segmentales Gebiet auf sich beruhen lassen, wenden wir uns zu dem letzten zu betrachtenden Schema, dem Hirnplan von Flechsig.

In einer vorläufigen Darstellung (1883) schildert Flechsig zunächst die relativ direkten Verbindungen der Grosshirnrinde mit den motorischen und sensorischen Nerven, d. i. die Pyramidenbahnen, die Bahnen des Olfactorius, Opticus und der Hautsensibilität. Das System des Thalamus opticus besteht aus dessen Verbindungen mit der Grosshirnrinde, mit dem Grosshirnschenkel und dem Tractus opticus. Die Systeme der Brückenkerne zerfallen in das Grosshirnrinden- und das Streifenhügel-Brückensystem. In der Grosshirnschenkelhaube sind (an einem Querschnitt hinter dem unteren Vierhügel) als gesonderte Faserzüge zu unterscheiden: die Bindearme des Kleinhirns, der Hauptheil der Schleife (die Schleifenschicht), die Längsfaserzüge der Formatio reticularis und die hinteren Längsbündel. Diese Faserzüge sind nach abwärts durch graue Massen mit Systemen der weissen Substanz des Rückenmarks verbunden, besonders mit den Hintersträngen, den Seitenstrangresten, den direkten Kleinhirn-Seitenstrangbahnen und den Vorderstranggrundbündeln. Den Zusammenhang bewirken wahrscheinlich theilweise Faserzüge aus dem Corpus restiforme, welches letztere aus der direkten und indirekten Kleinhirn-Seitenstrangbahn, sowie aus der Oliven-Kleinhirnbahn besteht. Am rothen Kern theilen sich die zwei mächtigsten Bündel der Haube je in zwei Theile, woraus zwei neue Strangpaare hervorgehen, die Linsenkernschlinge und die Haubenstrahlung.

IV. Hirnnerven (Kopfnerven, Nervi cerebrales).

Die Ursprungsverhältnisse der Hirnnerven wurden schon früher (S. 394—403) dargestellt und aus praktischen Gründen die Zwölfzahl der Hirnnerven für jede Hirnhälfte festgehalten. Des Ursprungs des Opticus ist S. 420, desjenigen des Olfactorius S. 434 und 466 gedacht.

Die Hirnnerven sind in der Reihenfolge von vorn nach hinten: der olfactorius, opticus, oculomotorius, trochlearis, trigeminus, abducens, facialis, acusticus, glossopharyngeus, vagus, accessorius und hypoglossus.

Zugleich mit ihrem Ursprung in den verschiedenen Hirntheilen wurden auch die Austrittsstellen der Gehirnnervenwurzeln aus dem Gehirn auf dessen Oberfläche im Zusammenhang beschrieben (S. 392—394).

Im Anschluss hieran sind zuerst die Eintritsstellen der Gehirnnerven in die Schädelbasis zusammenhängend in Betrachtung zu ziehen. Hieran knüpft sich die Darstellung des jedem einzelnen Hirnnerven zukommenden Verästelungssystems.

Eine Vergleichung der Gehirnnerven mit Spinalnerven wird erst am Schlusse desjenigen Abschnittes gegeben werden, welcher die letzteren behandelt, da die Spinalnerven nothwendigerweise bereits bekannt sein müssen, wenn eine Vergleichung verstanden werden soll.

Eintrittsstellen der Hirnnerven in die Schädelbasis.

Die Eintrittspforten und eintretenden Nerven sind in Fig. 318 dargestellt.

Fig. 318.

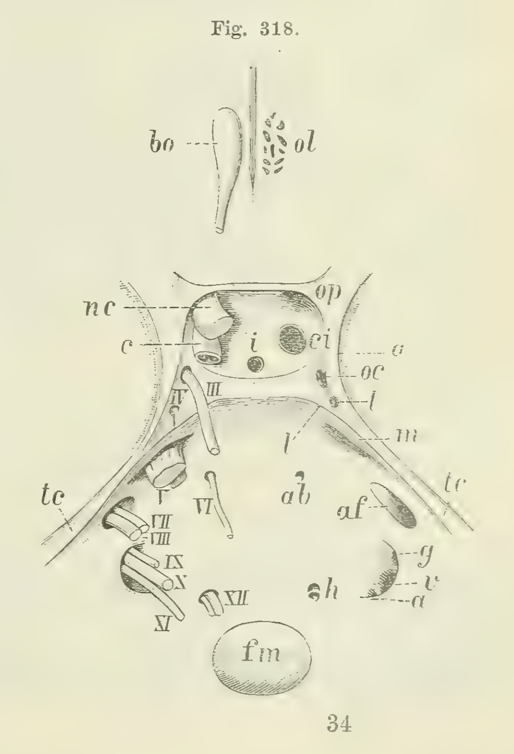


Fig. 318. **Theil der Schädelbasis mit den Eintrittsstellen der Nerven.**
bo, Bulbus olfactorius; ol, Pori olfactorii; nc, N. opticus; c, Carotis cerebralis; tc, Tentorium cerebelli; fm, Foramen occipitale magnum; i, Foramen infundibulare; op, Porus opticus; ci, Foramen caroticum supremum; oc, Porus oculomotorii; t, Porus trochlearis; m, Porus Meckelii, in das Cavum Meckelii führend; ab, Porus abducentis; af, Porus acustico-facialis; g, Porus glossopharyngei; va, Porus vagi et accessorii; h, Porus hypoglossi; l, Plica petroclinoidea posterior (medialis); a, Plica petroclinoidea anterior (lateralis); III—XII, die bezüglichen Hirnnervenstücke.

I. Die Fila olfactoria treten vom Bulbus olfactorius aus durch die Löcher der Lamina cribrosa des Siebbeins mit Duralhüllen zu den Wänden der Nasenhöhle.

II. Der N. opticus tritt durch das Foramen opticum, die A. ophthalmica lateralwärts neben sich, zur Augenhöhle.

III. Der Oculomotorius tritt zum Seitenrand des Processus clinoideus posticus, sodann in den zur seiner Aufnahme bestimmten Porus oculomotorii der Dura. Dieser Porus ist die hintere Mündung des Canalis oculomotorii, in welchem der Nerv zur Fissura orbitalis superior verläuft. Die Pori oculomotorii beider Seiten liegen ungefähr in einer Linie, welche in Querrichtung durch den Porus opercularis (für das Infundibulum) gezogen wird. Der Porus oculomotorii liegt in der medialen Wand derjenigen Duralfalte, welche sich als Ausläufer des Tentorium von der Spitze des Felsenbeins bis zum Processus clinoideus anterior fortsetzt; wir haben die Falte bereits als Plica petro-clinoidea lateralis kennen gelernt (S. 438).

IV. 3 mm hinter dem Porus oculomotorii und etwas lateralwärts von demselben liegt der enge, vom vorderen lateralen Ausläufer des Zeltrandes (der Plica petro-clinoidea lateralis) etwas überdachte Schlitz für den Trochlearis, der Porus trochlearis. Er liegt in der Nähe der Spitze des nach vorn offenen Winkels, welchen die Plica petro-clinoidea lateralis und medialis miteinander bilden.

V. 5 mm hinter dem Porus trochlearis folgt alsdann der mächtige deprimirte Porus trigemini, welcher in das Cavum Meckelii überführt und beide Trigeminuswurzeln aufnimmt. Er liegt unter der unteren (medialen) Anheftungsfalte des Tentorium, d. i. unter der Plica petro-clinoidea medialis und dem beginnenden Zelt selbst.

VI. 6 mm median-rückwärts vom Porus trigemini liegt der kleine Porus abducentis; er liegt schon in der hinteren Schädelgrube, hinter der Spitze der Schläfenpyramide und näher der Mittellinie als die übrigen Hirnnerven.

VII und VIII. An der hinteren Fläche des Felsenbeins, 12—15 mm hinter dem Porus trigemini, liegt der von der Dura ausgekleidete Porus und Meatus acusticus internus, welchen der Facialis mit dem Acusticus und der Portio intermedia Wrisbergii betritt.

IX, X u. XI. Der vorderen oder Nerven-Abtheilung des Foramen jugulare entspricht der Porus jugularis s. bipartitus, zur Aufnahme des Glossopharyngeus und Vago-Accessorius. Man kann hienach auch einen Porus glossopharyngei und einen Porus vago-accessorii unterscheiden, die zusammen den Porus jugularis ausmachen. Vago-Accessorius werden nämlich zunächst von einer gemeinsamen Duralscheide umhüllt; der Glossopharyngeus besitzt mit seinem Eintritt in den Porus glossopharyngei eine besondere Duralscheide.

XII. Auch der Hypoglossus betritt gewöhnlich in zwei grössere Bündel gesondert den Porus hypoglossi, der dementsprechend häufig durch eine Zwischenwand anfänglich in zwei Theile zerfällt. Der Porus hypoglossi der Dura entspricht der hinteren Mündung des Canalis hypoglossi.

Das periphere System der einzelnen Hirnnerven.

I. Nervus olfactorius s. Fila olfactoria (Fig. 319 und 320).

Als Geruchsnerv ist die Summe der Fäden zu bezeichnen, welche, ohne vorher einen gemeinsamen Stamm zu bilden, schon als gesonderte Zweige (Fila olfactoria) aus dem Bulbus olfactorius hervorgehen. Der Tractus und Bulbus olfactorius dagegen sind Theile eines Gehirnlappens, des Lobus olfactorius (S. oben S. 434). Aus jedem Bulbus entspringen ungefähr 20 Fila s. nervi olfac-

Fig. 319.

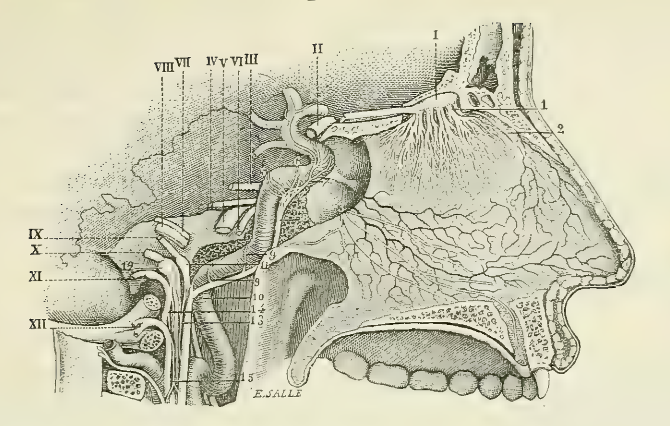


Fig. 319. Verbreitung der Geruchsnerven an der Nasenscheidewand. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^2/_3$.

Die rechte Seite der Nasenscheidewand liegt vor. Canalis caroticus und Foramen jugulare eröffnet. I, Bulbus olfactorius 1, Fila olfactoria medialia. 2, Scheidewandzweig des N. ethmoidalis. II, N. opticus. III, N. oculomotorius. IV, N. trochlearis. V, N. trigeminus. 3, N. nasopalatinus. 4, Plexus caroticus des Sympathicus. 5, 6, 7, Zweige desselben. 8, N. caroticus. 9, N. carotico-tympanicus. 10, oberes Ende des Ganglion cervicale primum. VI, N. abducens. VII, N. facialis. VIII, N. acusticus. IX, N. glosso-pharyngeus. 11, sein Ganglion petrosum. X, N. vagus. 12, sein Ganglion jugulare. 13, Verbindung der Nn. vagus und glossopharyngeus mit dem Ganglion supremum n. sympathici. XI, N. accessorius. 14, sein Ramus internus. XII, N. hypoglossus. 15, sein Verbindungsast zum Ganglion supremum n. sympathici.

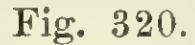


Fig. 320.

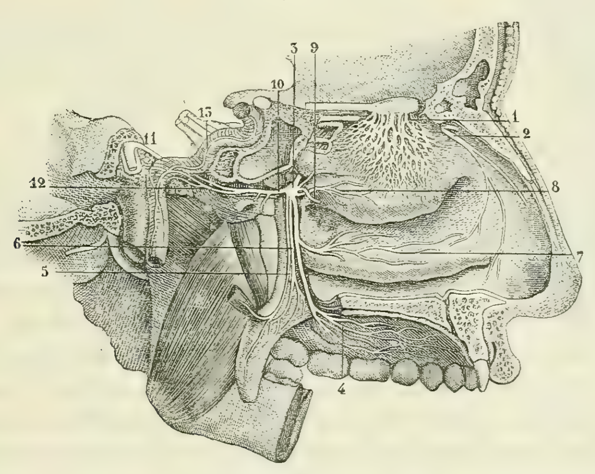


Fig. 320. Nerven der lateralen Wand der Nasenhöhle und des Gaumens. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^3/_5$.

1, Fila olfactoria lateralia, Plexus bildend in der Schleimhaut der oberen und mittleren Muschel. 2, N. ethmoidalis. 3, Ganglion sphenopalatinum. 4, N. palatinus anterior s. major. 5, N. palatinus posterior. 6, N. palatinus lateralis. 7, Nn. nasales interni inferiores. 8, Nn. nasales interni superiores. 9, N, nasopalatinus, kurz abgeschnitten. 10, N. vidianus. 11, N. petrosus superficialis major. 12, N. petrosus profundus major. 13, N. caroticus internus.

torii. Diese ordnen sich in eine mediale und in eine laterale Reihe und dringen darauf, von scheidenförmigen Fortsätzen der Gehirnhäute umgeben, durch die Löcher der Lamina cribrosa des Siebbeins, um zur Nasenschleimhaut zu ziehen.

1) Die Fila olfactoria medialia s. septi narium breiten sich in den oberen Theilen der Schleimhaut der Nasenscheidewand aus, indem sie

zunächst in Furchen der perpendiculären Platte des Siebbeins verlaufen. Die Endigung findet im Epithel statt.

2) Die Fila olfactoria lateralia s. labyrinthica suchen die Schleimhaut der oberen und mittleren Muschel auf, um sich im Epithel auszubreiten. Vor ihrer Endausbreitung bilden die Zweige der lateralen Fäden reichlichere Geflechte, als die der medialen.

Sämmtliche Fasern der Geruchsnerven sind solche markloser Art. Ueber ihre Endigung und feinere Beschaffenheit s. den Abschnitt „Sinnesorgane".

II. Nervus opticus (Fig. 321).

Fig. 321.



Fig. 321. Ansicht der Augenmuskelnerven von oben. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/1.

Der Ramus ophthalmicus trigemini ist kurz abgeschnitten; der Ring, an welchem die Augenmuskeln rings um die Eintrittsstelle des Sehnerven in die Augenhöhle entspringen, ist eingeschnitten und auseinander gelegt, wobei zugleich ihre vorderen Abtheilungen entfernt sind. Ein Theil des Sehnerven ist hinweggeschnitten, um den Musc. rectus inferior sichtbar zu machen. An dem Augapfel selbst ist ein Theil der Sclerotica und Cornea entfernt, wodurch der Verlauf der Ciliarnerven hervortritt. a, oberer Theil der Carotis interna an der Stelle, wo sie aus dem Sinus cavernosus hervortritt und die A. ophthalmica abgibt. b, Musc. obliquus superior. b' sein vorderer durch die Rolle gehender Theil. c, M. levator palpebrae superioris. d, Musc. rectus superior. e, Musc. rectus medialis. f, Musc. rectus lateralis. f', seine zurückgebogene Ursprungssehne. g, M. rectus inferior. h, Ansatzstelle des M. obliquus inferior. II, Sehnervenkreuzung II', Eintrittsstelle des Sehnerven in den Augapfel. III, N. oculomotorius. 1, oberer Ast desselben. 2, unterer Ast, 3, langer Ast desselben zum M. obliquus inferior, mit Abgabe eines Verbindungszweiges zum Ganglion ciliare; von diesem Ganglion gehen Ciliarnerven aus, welche die Sclerotica durchbohren; einige derselben gelangen bei 3' zu dem Ciliarmuskel. IV, N. trochlearis. 4, Verzweigung desselben am M. obliquus superior. V, grosse sensible, V', kleine motorische Wurzel des Trigeminus, nach vorn der Gasser'sche Knoten und die drei Aeste des Nerven. VI, N. abducens. 6, seine Vertheilung am M. rectus lateralis.

Der Nervus opticus ist kein peripherer Nerv gleich den Fila olfactoria und den übrigen peripheren Nerven, sondern, da er sich einzig und allein an einem Gehirntheil, der Retina ausbreitet und von Gehirntheilen entspringt, eine Commissur, und würde von der Retina an bis zum nächsten centralen Ende im Vierhügel und Sehhügel richtiger Commissura optica zu nennen sein. Aus praktischen Gründen wird er indessen als peripherer Nerv fortgeführt. Ueber seinen Ursprung und Verlauf, über den Tractus opticus, das Chiasma opticum und den Nervus opticus s. Abschnitt „Zwischenhirn" (S. 419) und „Mittelhirn" (S. 409).

Der Nervus opticus dringt als cylindrischer Stamm von 4 mm Stärke (und über 1/2 Million Fasern), mit der Arteria ophthalmica an seiner lateralen Seite durch den Canalis opticus in die Augenhöhle. Er empfängt dabei zu seiner bereits vorhandenen pialen und arachnoidalen Scheide noch eine Duralscheide, als Fortsetzung der Dura cerebri. Diese äussere Scheide des Sehnerven wird auch Vagina fibrosa nervi optici genannt. Zwischen den einzelnen Scheiden sind Lymphräume vorhanden. Die Pialscheide entsendet von ihrer inneren Oberfläche zahlreiche Fortsätze in das Innere des Nerven, die auf dem Querschnitt ein zierliches Flechtwerk erkennen lassen und etwa 800 Räume frei lassen, innerhalb deren die Bündel des Sehnerven verlaufen. Die Fasern sind solche markhaltiger

Art. Sie werden marklos während ihres Eintrittes in den Augapfel. 15—20 mm vom letzteren entfernt tritt ein Ast der Arteria ophthalmica, die Art. centralis retinae, in den Sehnerven ein und verläuft mit der gleichnamigen Vene in der Axe des Sehnerven zur Retina.

III. Nervus oculomotorius (Fig. 321 und 322).

Der N. oculomotorius (gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv), nimmt seinen Ursprung vom Oculomotoriuskern und tritt an der medialen Fläche der Gross-

Fig. 322.

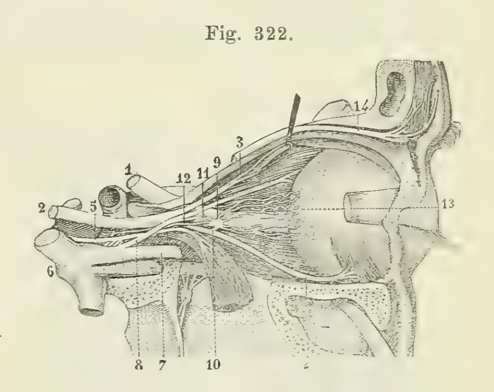


Fig. 322. Nerven der Augenhöhle, von der lateralen Seite betrachtet. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^3/_4$.

Der Musc. rectus lateralis ist durchschnitten und mit seinem hinteren Ende nach abwärts gebogen. Die laterale Wand der Orbita ist entfernt. 1, Sehnerv. 2, Stamm des N. oculomotorius. 3, dessen Ramus superior. 4, sein Ast zum Musc. obliquus inferior. 5, Nervus abducens und seine Verzweigungen am Musc. rectus lateralis. 6, Ganglion Gasseri. 7, Ramus ophthalmicus trigemini, darunter dessen Ramus supramaxillaris. 8, N. nasociliaris. 9, Ganglion ciliare. 10, dessen Radix brevis s. motoria. 11, seine lange oder sensible Wurzel aus dem N. nasociliaris. 12, sympathischer Faden aus dem Plexus caroticus. 13, Nn. ciliares. 14, N. frontalis.

hirnschenkel an die Oberfläche (S. 403), verläuft darauf zwischen den Aa. cerebelli superior und cerebri posterior lateral-vorwärts zum Seitenrand des Processus clinoideus posterior, tritt hier in die für ihn bestimmte Oeffnung der Dura, in der oberen Wand des Sinus cavernosus eingeschlossen zur Fissura orbitalis superior, und durch diese zur Augenhöhle. Er enthält etwa 15000 Nervenfasern [Rosenthal] von überwiegend ansehnlicher Stärke (20—25 μ). Im Stamm des Nerven wurden auch vereinzelte Nervenzellen, kugelige und ästige, zwischen den Fasern gefunden.

Schon während seines intracranialen Verlaufes gibt der Oculomotorius feine Nervenfäden zu den Arterien der Pia [Bochdalek, Schwalbe]. Während seines Verlaufes in der oberen Wand des Sinus cavernosus erhält der Oculomotorius constant feine Nervenfäden, die aus dem die Arteria carotis umstrickenden Plexus caroticus stammen. Beim Durchtritt durch die Fissura orbitalis superior erhält er ferner sensible Fäden von dem naheliegenden Ramus ophthalmicus trigemini.

In der Fissura orbitalis superior nimmt er die mediale Ecke über der Vena ophthalmica ein und hat den N. trochlearis lateralwärts neben sich. Er tritt darauf zwischen den beiden Ursprungsköpfen des Musculus rectus oculi lateralis hindurch und zerfällt dabei in einen oberen dünneren und unteren stärkeren Ast. Der obere Ast versorgt dem M. rectus oculi superior und den M. Levator palpebrae superioris mit motorischen Zweigen. Der untere Ast spaltet sich in drei Zweige und versorgt den M. rectus medialis, rectus inferior und obliquus inferior. Vom Zweige für den M. obliquus inferior geht ein kurzer Zweig ab, welcher sich zum Ganglion ciliare begibt und Radix brevis s. motoria des Ganglion ciliare genannt wird.

Das Ganglion ciliare (Fig. 321 und 322).

Das Ciliarganglion ist ein plattes, vierseitiges Gebilde von etwa 2 mm Länge, welches im hinteren Theil der Augenhöhle, an der lateralen Seite des N. opticus, zwischen diesem und dem M. rectus oculi lateralis liegt. An den hinteren und unteren Rand des Ganglion treten die sogenannten Wurzeln desselben heran, wie man nach F. Arnold's Vorgang die Verbindungsfäden der Ganglien mit den Nerven nennt. Die Radix brevis s. motoria stammt aus dem Aste des N. oculomotorius für den M. obliquus inferior. Sie ist stärker als die übrigen und zuweilen in zwei Fäden getheilt. Die Radix longa s. sensitiva kommt aus dem N. nasociliaris des Trigeminus und besteht häufig aus mehreren feinen Fäden. Die Radix media s. sympathica besteht aus mehreren feinen Fäden, die aus dem Plexus cavernosus des Sympathicus stammen; sie können sich zum Theil auch den beiden anderen Wurzeln anlegen; einzelne Fädchen gehen auch am Ganglion vorbei und in die Ciliarnerven über.

Vom vorderen Rand und besonders von den vorderen Ecken des Ganglion entspringen drei bis sechs Nervi ciliares breves, welche sich durch Theilung bis auf etwa 20 vermehren und neben dem Opticus zum Augapfel gelangen. Gewöhnlich lässt sich eine obere und eine untere Gruppe dieser Nerven unterscheiden. Zur unteren Gruppe gesellen sich die beiden ebenso verlaufenden Nervi ciliares longi aus dem Trigeminus.

Sämmtliche Ciliar- oder Blendungsnerven dringen in der Umgebung des Sehnerven schräg durch die Sclerotica bulbi und verlaufen zwischen ihr und der Chorioidea in Meridianrichtung nach vorn, indem sie unterdessen Aestchen an die Chorioidea abgeben. Am Anfang des Corpus ciliare theilen sie sich wiederholt und bilden im Innern des Musculus ciliaris ein Ganglienzellen enthaltendes Geflecht, aus welchem die Nerven für den Ciliarmuskel, für die Iris und für die Hornhaut des Auges ihren Ursprung nehmen. So erhält der Augapfel ausser dem Opticus Nerven verschiedener Qualität zugeführt; motorische und sensible Fasern bilden unter denselben jedenfalls die Hauptmasse, sofern überhaupt noch welche von anderer Bedeutung unter ihnen enthalten sind. Denn selbst die sympathische Wurzel führt zahlreiche motorische Fasern zu, wie physiologische Versuche erwiesen haben. Ein besseres Verständniss der unter „sympathische Wurzeln" bezeichneten Bündel wird sich erst bei der Betrachtung des sympathischen Nervensystems gewinnen lassen (s. unten). Vorläufig ist hier nur zu erwähnen, dass die sympathische Wurzel dem Augapfel Gefässnerven (für die Muscularis der Gefässe bestimmte, vasomotorische Nerven) übermittelt, die vorzugsweise in der Chorioides und Iris sich verbreiten. Dieselbe Wurzel enthält ferner Nervenfasern, durch deren Reizung Pupillenerweiterung eintritt; hiebei ist vielleicht der M. dilatator pupillae betheiligt, indem er den Reiz mit Zusammenziehung seiner Fasern beantwortet. Reizung des Oculomotorius dagegen bringt Pupillenverengerung hervor; die kurze Wurzel bringt dem Ganglion und dem Ciliarnerven Fasern zu, welche den M. sphincter pupillae und den M. ciliaris s. tensor chorioideae versorgen. Selbst jene sympathischen Bewegungsfasern haben ihren letzten Ursprung im cerebrospinalen System, und zwar im unteren Halsmark und oberen Brustmark. Von diesem ausgehende Rami communicantes bringen sie dem Halssympathicus, und dieser dem Plexus caroticus und seinen bezüglichen Aesten.

Das Ganglion ciliare enthält zahlreiche multipolare Ganglienzellen [Rauber, Retzius]. So erklärt es sich, dass die Nervenfaserzahl der aus dem Ganglion tretenden Aeste stärker ist, als die der zuführenden Wurzeln.

Die systematische Stellung des G. ciliare ist bis zu einem gewissen Grade streitig, indem es entweder für ein sympathisches oder für ein spinales Ganglion oder selbst für beides gehalten wird. Es dürfte entwicklungsgeschichtlich und histologisch am ehesten für ein sympathisches Ganglion zu halten sein.

IV. Nervus trochlearis (Fig. 321 und 323.)

Der Trochlearis entsteht im Mittelhirn aus dem Trochleariskern (S. 402), tritt unter Kreuzung im oberen Marksegel zur Oberfläche, wendet sich um den lateralen Rand des Grosshirnschenkels zur Gehirnbasis und dringt lateralwärts vom Oculomotorius nach vorn und medianwärts. Er erreicht die Dura etwas hinter und lateralwärts vom Oculomotorius, durchbohrt dieselbe und verläuft in einem kleinen Kanale der Dura längs des oberen Randes des Ramus I trigemini zur Fissura orbitalis superior. In der Augenhöhle angelangt, wendet er sich median-vorwärts über den Ursprungstheil des M. levator pulpebrae superioris zum M. obliquus oculi superior und tritt in denselben ein. Er ist der dünnste der Gehirnnerven mit ungefähr 1200 Fasern. Während seines Verlaufes in der Wand des Sinus cavernosus erhält er häufig (?) einen sympathischen Faden vom Plexus cavernosus, constant einen sensiblen Faden vom Ramus I trigemini.

Fig. 323.

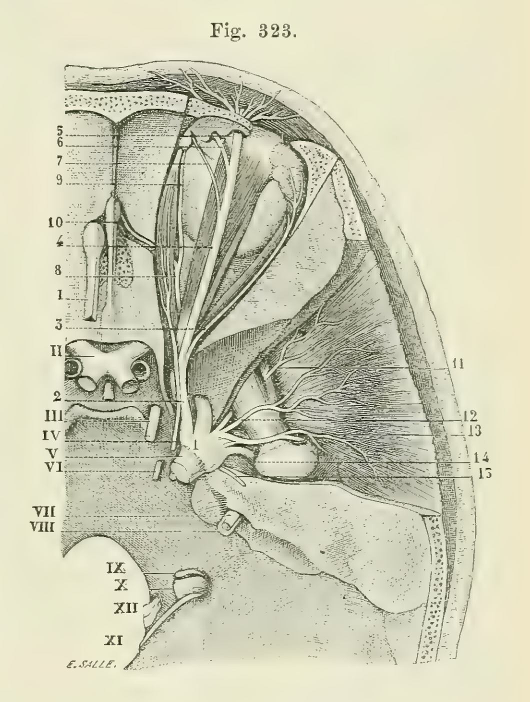


Fig. 323. Obere Ansicht der Nerven der Augenhöhle. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^2/_3$.

I, Tractus und Bulbus olfactorius. II, Sehnervenkreuzung. III, N. oculomotorius. IV, N. trochlearis mit seiner Verzweigung am oberen schiefen Augenmuskel. V, grosse Wurzel des Trigeminus, dessen kleinere Wurzel von der ersteren verdeckt ist. 1, Ganglion Gasseri. 2, Ramus ophthalmicus. 3, N. lacrymalis. 4, N. frontalis. 5, N. supraorbitalis. 6, N. frontalis. 7, N. supratrochlearis. 8, N. nasociliaris. 9, N. infratrochlearis. 10, N. ethmoidalis. 11, N. temporal. profund. anterior aus dem N. buccinatorius. 12, N. temporalis medius. 13, N. temporalis profundus posterior aus dem N. massetericus. 14, N. auriculo-temporalis. 15, N. petrosus superficialis major. VI, N. abducens. VII, Facialis. VIII, Acusticus. IX, Glossopharyngeus. X, Vagus. XI. Accessorius. XII, Hypoglossus.

V. Nervus trigeminus.

Der N. trigeminus, der stärkste der Gehirnnerven, entspringt in den Nuclei trigemini im Mittel-, Hinter- und Nachhirn, sowie im oberen Halsmark (S. 401). Er verlässt das Gehirn in der vorderen Hälfte des Brückenschenkels (an der Grenze des Brückenschenkels gegen die Brücke) mit einer schwächeren motorischen und stärkeren sensibeln Wurzel und stimmt in Folge dieser Zusammensetzung mit den spinalen Nerven überein. Ob er einen einzigen spinalartigen

Nerven darstellt oder eine Gruppe von solchen, oder ob er nicht einmal einen ganzen spinalartigen Nerven darstellt, sondern nur einen theilweisen, indem Theile von ihm abgesprengt und selbständig geworden sein könnten (die Nerven III und IV), oder ob letztere zur Trigeminus-Gruppe gehören, soll hier zunächst nicht untersucht werden.

Die motorische Wurzel, Portio minor, wendet sich alsbald zur medialen Fläche der sensiblen Portio major und beide zusammen betreten nunmehr durch eine hinter dem Trochlearisschlitz und über der Felsenbeinspitze gelegene ansehnliche Pforte der Dura (Porus Meckelii) das Cavum Meckelii, d. i. einen von beiden Blättern der Dura gebildeten länglichen Raum, in welchem die Portio major zu einem mächtigen spinalen Ganglion anschwillt, dem Ganglion Gasseri s. semilunare. Der Gasser'sche Knoten stellt eine breite halbmondförmige Platte dar, an deren medialer Fläche die Portio minor anliegt, ohne Verbindungen anzuknüpfen. Sie bringt auf der dorsalen Fläche des Felsenbeins einen Eindruck hervor, die Impressio trigemini, und erstreckt sich von der Gegend der hinteren Spitze des Processus clinoideus anterior nach hinten-lateralwärts bis zum Foramen caroticum internum. Die convexe Seite des Halbmonds ist nach vorn, die concave nach hinten, zu dem eintretenden Stamme gewendet. Vom convexen Rand des Ganglion gehen die drei Aeste ab, in welche der Trigeminus zerfällt, der Ramus ophthalmicus, supramaxillaris und inframaxillaris.

A. Ramus primus s. ophthalmicus (Fig. 323).

Der Augenast des Trigeminus, der schwächste der drei Aeste, verläuft lateralwärts vom Sinus cavernosus und Nervus abducens zur Fissura orbitalis superior, und hat hier den Trochlearis über sich. Während seines Verlaufs am Sinus cavernosus nimmt er einige Fäden vom Plexus caroticus auf, entsendet je einen Faden zum Oculomotorius, Abducens und Trochlearis und versorgt dadurch die Augenmuskelnerven mit sensiblen Fasern. Noch intracranial entsendet er den N. tentorii [Arnold] rückwärts, der sich sogleich an den Trochlearis anlegt und darum leicht als ein Ast des letzteren erscheinen kann. Seine endliche Verbreitung findet der N. tentorii mit langgestreckten Fäden im Zelte, indem er die Wandungen des Sinus petrosus superior, Sinus transversus und rectus versorgt.

Vor dem Eintritt in die obere Augenhöhlenspalte theilt sich der Ramus primus in seine drei Endäste, den medial gelegenen N. nasociliaris, den in der Mitte befindlichen N. frontalis und den lateralen N. lacrymalis.

1) Nervus lacrymalis (Fig. 323).

Der Thränendrüsennerv verläuft längs des lateralen oberen Randes der Orbita über dem M. rectus oculi lateralis zur oberen Thränendrüse und theilt sich hinter derselben in einen oberen und unteren Ast. Der obere Ast gibt feine Aeste an die Thränendrüse, dringt durch sie hindurch und verästelt sich darauf in der Conjunctiva und Haut des lateralen Augenwinkels, sowie im oberen Augenlid (Ramus palpebralis). Der untere Ast zieht sich an der Orbitalwand abwärts und verbindet sich mit dem N. subcutaneus malae s. orbitalis des Ramus II trigemini. Von der nach vorn convexen Seite dieser Anastomose entspringen mehrere aus beiden Nerven stammende Fädchen, welche in die Thränendrüse eintreten [E. Bischoff].

2) Nervus frontalis.

Der Stirnast, der grösste unter den dreien, läuft unmittelbar unter der Periorbita liegend und als ein weisser Strang durch sie hindurchschimmernd, auf dem M. palpebralis superior vorwärts. Hinter der Augenhöhlenmitte theilt er sich in den dünnen, vor-medianwärts ziehenden N. supratrochlearis (Fig. 323, 7) und den starken N. supraorbitalis (Fig. 323, 5), welcher in der Richtung des Stammes zur Incisura supraorbitalis läuft.

a) Der N. supratrochlearis wendet sich vor-medianwärts zum medialen vorderen Winkel der Augenhöhle und folgt dabei dem oberen Rand des M. obliquus superior. An der medialen Seite der Trochlea theilt er sich in seine beiden Endäste, in einen unteren und in einen oberen.

Der obere Zweig, die Fortsetzung des Nerven, verlässt die Orbita über der Trochlea, zwischen dem Körper und dem M. orbicularis palpebrarum, durchbohrt diesen Muskel und den M. frontalis und endigt mit Zweigen zum oberen Augenlid (Rami palpebrales superiores) zur Nasenwurzel und angrenzenden Stirngegend.

Der untere Zweig zieht von der Trochlea abwärts und verbindet sich constant mit dem N. infratrochlearis aus dem N. nasociliaris. Von dem nach vorn convexen anastomotischen Bogen entspringen feine, aus beiden Nerven gemischte Fäden für die Haut und Conjunctiva des medialen Augenwinkels.

b) der N. supraorbitalis zieht in der Richtung des Stammes nach vorn und spaltet sich noch vor der Ueberschreitung des Margo supraorbitalis in den schwächeren N. frontalis und in den stärkeren N. supraorbitalis. Der letztere gelangt durch die Incisura supraorbitalis (oder das Foramen), der N. frontalis im Sulcus frontalis zur Stirngegend. Beide durchbohren den M. orbicularis palpebralum, Corrugator supercilii und Frontalis und breiten sich als Rami frontales in der Stirnhaut bis zur Scheitelgegend aus; mit je einem lateralwärts absteigenden Zweige aber versorgen sie die Haut und Conjunctiva des oberen Augenlides, als Nn. palpebrales superiores. An der Incisura supraorbitalis sendet der Nerv einen Zweig in das Stirnbein, mehrere andere zum Periost.

3) Nervus nasociliaris.

Der N. nasociliaris betritt (zusammen mit dem Oculomotorius und Abducens) zwischen den beiden Ursprungsbündeln des M. rectus oculi lateralis die Augenhöhle und zieht über dem Sehnerven und unter dem M. rectus oculi superior (Fig. 323) zur medialen Wand der Orbita. Er erreicht dieselbe zwischen dem M. obliquus superior und Rectus medialis und spaltet sich in der Gegend des Foramen ethmoidale anterius in seine beiden Endzweige, den N. infratrochlearis und N. ethmoidalis. Hinter der Spaltung entsendet er sowohl die lange Wurzel des Ganglion ciliare (von 1 cm Länge), als einen oder zwei Nervi ciliares longi. Letztere ziehen an der medialen Seite des Opticus zum Augapfel und mit den Ciliares breves weiter. Einer der langen Ciliarnerven verbindet sich vor dem Eintritt in den Augapfel constant mit einen kurzen. Von beiden Endästen des N. nasociliaris verläuft a) der N. infratrochlearis unter dem M. obliquus superior an der medialen Orbitalwand nach vorn zur Trochlea und theilt sich vor derselben in einen oberen und unteren Zweig. Der obere geht die bereits erwähnte Verbindung mit dem N. supratrochlearis ein; der untere

versorgt den Thränensack (als ursprüngliches Hautstück), die Caruncula lacrymalis, und sendet auch feine Fäden zur Haut des medialen Augenwinkels (Fig. 324).

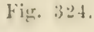

Fig. 324.



Fig. 324. Oberflächliche Nerven des Gesichtes und des oberen Theiles des Halses. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 2/5

a) **Facialis.** — 1, Stamm des Facialis nach seinem Austritte aus dem Foramen stylomastoideum. 2, N. auricularis posterior. 3, Verbindungszweig des N. auricularis magnus zu demselben. 4, Zweig zum Musc. occipitalis. 5, 6, Zweige zum Musc. retrahens und attollens auriculae. 7, Zweig zum Musc. digastricus. 8, Zweig zum Musc. stylo-hyoideus. 9, Ramus temporo-facialis. 10, Schläfenzweige. 11, Stirnzweige. 12, Zweige zum Musc. orbicularis oculi. 13, Rami zygomatici s. malares. 14, Rami buccales superiores. 15, Ramus cervico-facialis. 16, Rami buccales inferiores und N. subcutaneus mandibulae. 17, N. subcutaneus colli superior.

b) Trigeminus. — 18, N. auriculo-temporalis, nebst seinen Verbindungen mit dem Gesichtsnerven und seinen Verzweigungen am Ohre, an der Ohrspeicheldrüse und in der Schläfengegend. 19, N. supraorbitalis 20, N. frontalis. 21, Ramus palpebralis des N. lacrymalis. 22, N. infratrochlearis. 23, N. malaris trigemini. 24, N. nasalis externus. 25, N. infraorbitalis. 26, N. buccinatorius. 27, Rami labiales et mentales n. inframaxillaris.

c) Halsnerven. — 28, N. occipitalis major. 29, N. auricularis magnus. 30, 31, N. occipitalis minor. 32, N. subcutaneus colli.

b) der N. ethmoidalis, die Fortsetzung des Nasociliaris, betritt durch das Foramen ethmoidale anterius die Schädelhöhle, läuft hier, von der Dura bedeckt, auf der oberen Fläche der Siebplatte nach vorn, um durch ein vordere Oeffnung derselben in die Nasenhöhle zu gelangen. Hier theilt er sich in drei Zweige, zwei für die Nasenhöhle, einen für die äussere Haut der Nase. Es sind die folgenden:

a) der Ramus septi narium (Fig. 320) versorgt den vorderen Theil der Schleimhaut der Scheidewand.

b) der Ramus lateralis narium (Fig. 320) zieht an dem vorderen Ende der beiden Siebbeinmuscheln vorbei und verbreitet sich in der Schleimhaut des vorderen Theils der Seitenwand der Nasenhöhle.

c) der Ramus externus narium s. nasalis externus s. apicis nasi zieht in einer Rinne des Nasenbeins abwärts, dringt darauf zwischen dem unteren Ende des Nasenbeins und der Cartilago triangularis zur äusseren Seite der Nase und erstreckt sich bis zur Nasenspitze, um in der Haut dieser Gegend sich zu verästeln.

Auf seinem Wege aus der Schädelhöhle in die Nasenhöhle gibt der N. nasociliaris feine Fäden zur Stirnhöhle [Meckel], sowie zu den vorderen Siebbeinzellen [Langenbeck]. Durch das Foramen ethmoidale posterius entsendet der N. nasociliaris den N. spheno-ethmoidalis ab, welcher sich in der Schleimhaut der Keilbeinhöhle und den hinteren Siebbeinzellen verbreitet [Luschka].

B. Ramus secundus s. supramaxillaris (Fig. 325).

Der zweite Ast des Trigeminus tritt durch das Foramen rotundum in die Fossa sphenomaxillaris und von hier aus durch die Fissura orbitalis inferior zum Boden der Augenhöhle und in den Infraorbitalkanal des Oberkiefers. Noch innerhalb der Schädelhöhle sendet er einen oder zwei feine Fäden, den Nervus recurrens supramaxillaris dorsalwärts zur Dura. Dieser N. recurrens verbreitet sich im Gebiet des vorderen Astes der Arteria meningea media und geht mit dem N. recurrens des Ramus tertius Verbindungen ein.

Die äusseren Aeste des Ramus secundus sind die folgenden:

1) Der N. subcutaneus malae s. orbitalis.

Er entspringt vom Stamme noch innerhalb der Fossa sphenomaxillaris und betritt durch die Fissura orbitalis inferior die Augenhöhle. An deren lateraler Wand theilt er sich in zwei Zweige, welche durch den Canalis zygomaticus facialis und temporalis zur Haut der Wange und Schläfengegend gelangen.

Der Ramus temporalis s. superior entsendet einen Nervenfaden zur Verbindung mit dem Ramus inferior des N. lacrymalis (Fig. 325, 5) und zieht darauf durch den Canalis zygomatico-temporalis zur Schläfengrube, durchbohrt den M. temporalis und die Fascia temporalis und versorgt die Haut der vorderen Schläfengegend.

Der Ramus malaris s. inferior dringt durch den einfachen oder doppelten Canalis zygomatico-facialis mit einem oder zwei Zweigen zur Gesichtsfläche des Jochbeins, durchbohrt den M. orbicularis palpebrarum und versorgt die Haut in der Wangengegend, wobei er mit peripheren des N. facialis in Verbindung tritt.

2) Der N. infraorbitalis.

Er bildet die Fortsetzung des Stammes, betritt durch die Fissura orbitalis inferior den Boden der Augenhöhle und den Canalis infraorbitalis, und gelangt durch das Foramen infraorbitale zur Gesichtsfläche des Oberkiefers, wo er sich in eine Reihe von Rami faciales auflöst. Während seines Verlaufes von der Fossa sphenomaxillaris bis zum Austritt aus dem Foramen infraorbitale entwickeln sich aus ihm als ventralwärts ziehende Aeste: die Nn. alveolares superiores s. dentales superiores. Sie zerfallen nach Lage und Endausbreitung in drei Abtheilungen:

Fig. 325.

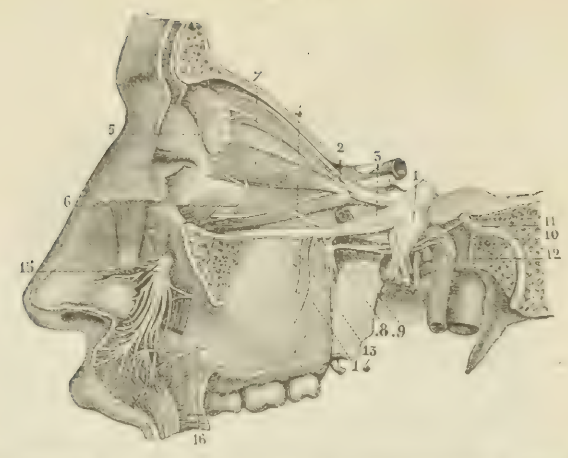


Fig. 325. Verzweigungen des Ramus supramaxillaris trigemini. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 3/4.

Die äussere Wand der linken Augenhöhle ist entfernt und die Weichtheile in der Umgebung des Oberkiefers sind grösstentheils wegpräparirt — 1, Ganglion Gasseri. 2, N. lacrymalis. 3, Ramus supramaxillaris. 4, N. subcutaneus malae. 5, seine Verbindung mit dem N. lacrymalis 6, Ramus malaris. 7, Ramus temporalis. 8, Ganglion sphenopalatinum. 9, N. Vidianus. 10, N. petrosus superficialis major. 11, N. facialis. 12, N. petrosus profundus major. 13, 14, Nn. dentales posteriores. 15, Endverzweigung des N. infraorbitalis im Gesichte. 16, Verbindung eines Facialiszweiges mit der Ausstrahlung des N. infraorbitalis.

a) Die Nn. alveolares (s. dentales) superiores **posteriores**. Gewöhnlich sind zwei vorhanden. Sie haben ihre Endverbreitung in und an den drei hinteren Backzähnen, entspringen schon vor dem Eintritt des N. infraorbitalis in die Orbita und ziehen neben der A. alveolaris superior am Tuber maxillae abwärts. Der eine, hintere Nerv, Ramus maxillaris externus, bleibt mit einem Theil seiner Fasern an der Aussenwand des Oberkiefers und versorgt das Zahnfleisch der hinteren Backzähne (Nervuli gingivales superiores) und den benachbarten Theil der Wangenschleimhaut (Rami buccales). Der andere Theil des Nerven, sowie der vordere N. alveolaris superior posterior treten durch die Foramina alveolaria posteriora des Oberkiefers zur lateralen hinteren Wand der Kieferhöhle. Hier ziehen sie in unvollständigen Kanälen des Knochens nach vorn, verbinden sich geflechtartig mit dem N. alveolaris superior medius, und entsenden feine Fäden zur Schleimhaut der Kieferhöhle, sowie die Nn. dentales für die drei hinteren Backzähne.

b) Der N. alveolaris (s. dentalis) superior **medius**. Er löst sich vom N. infraorbitalis im hinteren Theil des Canalis infraorbitalis ab, zieht in einem besonderen Kanälchen, theilweise in einer Rinne der lateralen Wand der Kieferhöhle herab, sendet Verbindungsäste nach hinten zu den Nn. alveolares superiores posteriores, nach vorn zu dem N. alveolaris superior anterior, und endigt mit feinen Zweigen in den beiden Prämolarzähnen (Ramuli dentales) und in dem Zahnfleisch dieses Gebietes (Ramuli gingivales).

c) Der N. alveolaris (s. dentalis) superior **anterior** löst sich vom N. infraorbitalis in der Nähe seines Austrittes aus dem Foramen infraorbitale ab und dringt durch ein besonderes Kanälchen in der vorderen Wand der Kieferhöhle zum Alveolarrande vor. Hier trennt sich von ihm ein für die Nasenhöhle bestimmter Zweig (R. nasalis); der Rest ist für die vorderen Zähne des Ober-

Fig. 326.

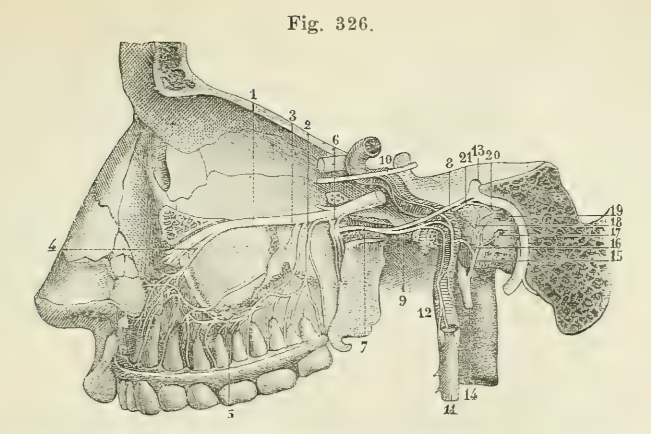


Fig. 326. Ramus supramaxillaris trigemini und Ganglion sphenopalatinum. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^3/_5$.

1, N. infraorbitalis. 2, Nn. alveolares superiores posteriores. 3, N. alveolaris superior medius. 4, N. alveolaris superior anterior. 5, Plexus dentalis superior. 6, Ganglion sphenopalatinum. 7, Nervus Vidianus. 8, N. petrosus superficialis major. 9, N. petrosus profundus major. 10, N. abducens, in Verbindung mit sympathischen Fasern des Plexus caroticus. 11, Ganglion cervicale supremum sympathici. 12, N. caroticus. 13, Facialis und sein Knie. 14, N. glossopharyngeus. 15, N. tympanicus. 16, N. carotico-tympanicus. 17, Faden zur Gegend der Fenestra rotunda. 18, Ramus tubae. 19, Faden zur Gegend der Fenestra ovalis. 20, Uebergang des N. tympanicus in den N. petrosus superficialis minor, der bei 21 nach links verläuft und unter der Carotis verschwindet, nach rechts dagegen einen Verbindungsfaden zum Facialis entsendet; bei 21 sieht man unter dem Petrosus superf. minor einen Verbindungszweig des N. tympanicus zum N. petrosus superf. major (8) ziehen; dieser Verbindungszweig ist der N. petrosus profundus minor (s. carotico-tympanicus superior).

kiefers (Eck- und Scheidezähne) bestimmt (Rr. dentales). Die Rami dentales verbinden sich mit dem mittleren und den hinteren oberen Alveolarnerven zu der ausgedehnten Ansa supramaxillaris, deren Convexität alveolarwärts gerichtet ist (Fig. 326, 5). Zum Theil dicht unter der dünnen Schleimhaut der Kieferhöhle, zum Theil im Knochen gelegen, gibt sie die Nerven für die Alveolen und Zähne des Oberkiefers ab. Die Gesammtheit der aus dem convexen Rand hervorgehenden Zweige bildet den Plexus dentalis superior.

Ein von Bochdalek im vorderen Theil des Plexus dentalis superior, über der Wurzel des Eckzahnes beschriebenes Ganglion (Ganglion supramaxillare s. Bochdalekii), ist ein Theil des Plexus, jedoch ohne Ganglienzellen. Es ist hiernach ein solches Ganglion nicht vorhanden [Henle].

Der Ramus nasalis zieht durch einen besonderen Kanal zur Schleimhaut des vorderen Theils des Bodens der Nasenhöhle. Er geht hier eine Verbindung mit dem N. nasopalatinus ein.

d) Die Rami faciales des N. infraorbitalis entwickeln sich unter raschen Theilungen des aus dem Foramen infraorbitale hervorgetretenen Nerven. Sie gehen Verbindungen ein mit Endästen des Facialis und bilden mit ihnen den Plexus infraorbitalis s. Pes anserinus minor. Die Rami faciales zerfallen in folgende drei Gruppen:

α) Nn. palpebrales inferiores. Meist ist ein medialer und ein lateraler Zweig vorhanden. Sie schlagen sich um den unteren Rand des M. orbicularis oculi nach oben zum unteren Augenlid empor.

β) Nn. nasales externi (2—3). Sie vertheilen sich in der Haut der Seitenwand der Nase, des Nasenflügels und Nasenloches.

γ) Nn. labiales superiores (3—4). Sie ziehen unter dem M. levator labii superioris proprius nach abwärts und verzweigen sich in der Haut und Schleimhaut der Oberlippe bis zum Mundwinkel.

3) Der N. sphenopalatinus s. pterygopalatinus.

Der N. sphenopalatinus besteht aus einem oder zwei kurzen Nerven, welche innerhalb der Flügelgaumengrube vom unteren Rande des Ramus supramaxillaris entspringen und sich alsbald mit einem platten dreiseitigen Ganglion, dem Ganglion sphenopalatinum verbinden.

Das **Ganglion sphenopalatinum** (nasale, rhinicum s. Meckelii (Fig. 320, 3; 325, 8; 326, 6) liegt in der Fossa sphenopalatina, ist 2--3 mal grösser als das Ganglion ciliare und steht mit drei Wurzeln in Verbindung, einer sensiblen (dem genannten N. sphenopalatinus), einer motorischen (dem N. petrosus superficialis major) und einer sympathischen, dem N. petrosus profundus major. Das Ganglion führt multipolare Ganglienzellen [Retzius].

A. Die Wurzeln des Ganglion sphenopalatinum.

a) Der sensible N. sphenopalatinus. Ein Theil seiner Fasern zieht an dem Ganglion vorbei, ein anderer Theil durchsetzt dasselbe, beide nehmen Ganglienfasern mit sich und versorgen den weichen und harten Gaumen (Nn. palatini) und einen grossen Abschnitt der Nasenhöhle.

b) Der N. petrosus superficialis major (Fig. 320, 11; Fig. 326, 8). Er entspringt vom N. facialis am Ganglion geniculi desselben, tritt aus dem Hiatus canalis Fallopiae hervor, verläuft in einer Rinne der dorsalen Felsenbeinfläche zur Fibrocartilago basilaris und durchbohrt dieselbe lateralwärts von der inneren Mündung des Canalis caroticus, um mit dem N. petrosus profundus major zusammen durch den Canalis Vidianus zum Ganglion sphenopalatinum zu treten. Er enthält motorische Fasern, welche aus dem N. facialis (am Ganglion geniculi) hervorgehen. Vielleicht enthält der Petrosus superficialis major ausserdem auch noch sensible Fasern, welche ihm von dem Trigeminus (sphenopalatinus) zugeführt werden und in die periphere Bahn des Facialis übergehen [Frühwald]. Sie würden die Empfindlichkeit des Facialis unmittelbar nach seinem Austritt aus dem Foramen stylomastoideum bedingen.

c) Der N. petrosus profundus major (Fig. 320, 9; 326, 12). Er geht aus dem lateralen Ast des N. caroticus internus des Sympathicus hervor, durchdringt die Fibrocartilago basilaris, begibt sich in den Canalis Vidianus und vereinigt sich hier mit dem Petrosus superficialis major. Beide miteinander verbundenen Nerven heissen nunmehr Nervus Vidianus, welcher den Canalis Vidianus durchläuft und in den hinteren Rand des Ganglion einmündet. Der Petrosus profundus major ist ein Theil des Grenzstrangs des Sympathicus und stellt eine Verbindung dar zwischen dem Ganglion cervicale supremum des Sympathicus und dem Ganglion sphenopalatinum.

B. Aeste des Ganglion sphenopalatinum und des N. sphenopalatinus.

a) Die Nn. nasales interni superiores. Sie treten durch das Foramen sphenopalatinum aus der Flügelgaumengrube in die Nasenhöhle und zerfallen in die Nn. nasales superiores laterales und in die Nn. septi narium.

Die Nn. nasales superiores laterales, 6—10 zarte Fäden, verzweigen sich zum Theil, indem sie durch das Foramen sphenopalatinum, sowie durch Oeffnungen im Anfangstheil des Canalis Vidianus zur Nasenhöhle dringen, in der Schleimhaut des hinteren Abschnitts der beiden Siebbeinmuscheln, des oberen

Nasengangs und der hinteren Siebbeinzellen; zum Theil gelangen sie, indem sie im Canalis sphenopalatinus rückwärts verlaufen, zum Pharynxgewölbe und verbreiten sich in der Schleimhaut des oberen Umfangs der Choanen, des Ostium pharyngeum tubae und der Keilbeinhöhle.

Die Nn. septi narium, 2—3 Fäden, verzweigen sich zum Theil im oberen Abschnitt des Septum narium. Einer von ihnen, der N. nasopalatinus Scarpae, hat einen längeren Verlauf und zieht zwischen Periost und Schleimhaut, mit der gleichnamigen Arterie, in der Nasenscheidewand nach vorn-abwärts zum Canalis incisivus. In diesem Kanal verbindet er sich mit demselben Nerven der anderen Seite und schickt von hier aus feine Zweige zum vorderen Theil der Gaumenschleimhaut. Während seines Verlaufes am Septum versorgt er den unteren Theil seiner Schleimhaut mit sensiblen Nerven und geht vor dem Eintritt in den Canalis incisivus die bereits (S. 539) erwähnte Verbindung mit dem Nasenast des N. alveolaris superior anterior ein. Die Gaumenäste des Nerven verbinden sich mit dem Nervus palatinus anterior.

Ein an der Verbindungsstelle beider Nn. nasopalatini von Cloquet vermuthetes Ganglion (Ganglion incisivum s. Cloquetii) ist nicht vorhanden, wie mikroskopische Untersuchungen gezeigt haben [Henle].

b) Die Nn. palatini (Nn. palatini descendentes s. pterygopalatini (Fig. 320, 4—6) bestehen aus drei Zweigen, welche den Canalis pterygopalatinus und seine beiden Seitenkanäle durchziehen. Sie führen grösstentheils die Fasern des N. sphenopalatinus; zu diesen gesellen sich für die Zweige zum weichen Gaumen motorische Fasern aus dem Petrosus superficialis major.

Der stärkste der drei Zweige, der N. palatinus anterior s. major (Fig. 320, 4), verläuft durch den Hauptkanal, zum harten Gaumen, theilt sich hier in 3—4 Zweige, die in Knochenfurchen nach vorn verlaufen, um die Schleimhaut des harten Gaumens, ihre Drüsen und die innere Platte des Zahnfleisches zu versorgen. Er anastomisirt am Canalis incisivus mit dem N. nasopalatinus. Während seines Verlaufes im Canalis pterygopalatinus schickt er die Nn. nasales laterales inferiores zur Schleimhaut der unteren Muschel sowie des mittleren und unteren Nasenganges.

Der N. palatinus posterior durchzieht den Canalis palatinus posterior und gelangt zum weichen Gaumen, versorgt dessen vordere Schleimhaut mit sensiblen, den Levator veli palatini und Azygos uvulae mit motorischen (aus dem Petrosus superficialis major stammenden) Fasern.

Der N. palatinus lateralis, der kleinste der drei Nn. palatini, gelangt durch das laterale Foramen palatinum posterius zur Gegend der Tonsillen und zu der benachbarten Schleimhaut.

c) Die Rami orbitales, 2—3 feine Fäden, gelangen durch die Fissura orbitalis inferior zur Augenhöhle, von da zum Foramen ethmoidale posterius und durch kleine hinter ihr gelegene kleine Oeffnungen in der Naht der Lamina papyracea zur Schleimhaut der hinteren Siebbeinzellen und der Keilbeinhöhle. Einige feine Fäden gelangen nach Hirzel und Arnold auch zur Opticusscheide.

C. Ramus tertius s. inframaxillaris.

Der dritte Ast enthält ausser dem Rest an sensiblen Fasern, welchen die beiden vorderen Aeste zurückgelassen haben, auch die ganze Portio minor d. h.

Fig. 327.

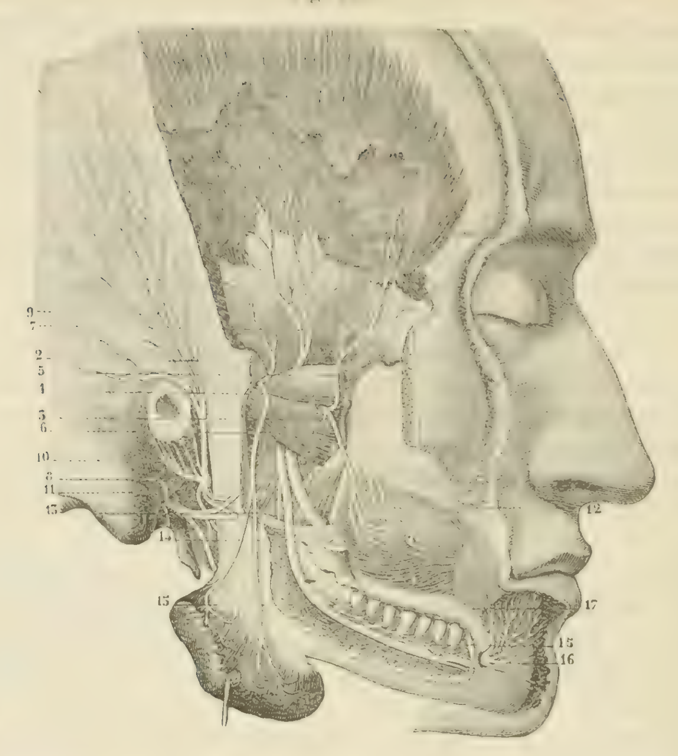


Fig. 327. Aeussere Ansicht der Verzweigungen des dritten Astes des Trigeminus. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^3/_5$.

Der Jochbogen und der vordere Theil des rechten Unterkieferastes, sammt den sie bedeckenden Weichtheilen sind entfernt, der Unterkieferkanal ist eröffnet, der untere Theil des Masseter ist nach abwärts umgeschlagen, und der untere Theil des M. temporalis ist entfernt. — 1, N. massetericus. 2, N. temporalis profundus posterior. 3, N. buccinatorius. 4, Aestchen des N. facialis. 5, N. temporalis profundus anterior. 6, N. pterygoideus externus. 7, N, temporalis profundus medius. 8, N. auriculo-temporalis. 9, Nn. temporales superficiales. 10, Nn. auriculares et meatus auditorii. 11, Rami communicantes cum nervo faciali. 12. N. lingualis. 13, N. mylohyoideus. 14, N. mandibularis. 15, 15, Rami dentales. 16, Rami mentales. 17, Aestchen des N. facialis.

die motorische Wurzel des Trigeminus. Eine innige Mischung beider Abtheilungen, wie bei den Spinalnerven, findet nicht statt; vielmehr wendet sich der grössere Theil der motorischen Fasern nach dem Durchtritt des dritten Astes durch das Foramen ovale um den vorderen Rand des sensiblen Stammes herum zur lateralen Fläche des Nerven, um mit einem Antheil sensibler Fasern als N. crotaphitico-buccinatorius s. ramus superior des dritten Astes die Kaumuskeln, den Tensor veli palatini und Tensor tympani mit motorischen Zweigen zu versorgen; er gibt ferner den sensiblen N. buccinatorius ab. Der grössere Ramus inferior enthält überwiegend sensible Fasern. Wie der erste und zweite Ast des Trigeminus je ein sympathisches Ganglion besitzt, so ist auch der dritte Ast mit solchen ausgestattet, und zwar sind deren zwei vorhanden, das Ganglion oticum und Ganglion linguale.

Der erste Zweig des Ramus tertius ist der während oder nach dem Durchtritt durch das Foramen ovale abgegebene N. spinosus [Luschka] s. n. recurrens inframaxillaris. Er tritt durch das Foramen spinosum mit der Art. meningea media in die Schädelhöhle zurück und theilt sich in einen vorderen und hinteren Zweig. Der letztere gelangt durch die Sutura petro-squamosa zur Schleim-

haut der Cellulae mastoideae, der erstere dringt alsbald in die Substanz des grossen Keilbeinflügels ein. Nach Abgabe dieses Nerven zerfällt der Stamm in den erwähnten oberen und unteren Ast.

1) Der **Ramus superior**, N. crotaphitico-buccinatorius (Fig. 323, Fig. 327).

Er gibt folgenden Nerven den Ursprung: dem N. pterygoideus internus, pterygoideus externus, temporalis profundus anterior und posterior, massetericus und buccinatorius.

a) Der N. massetericus (Fig. 327, 1) geht über dem M. pterygoideus hinweg durch die Incisura semilunaris des Unterkiefers zum M. masseter, um zwischen dessen beide Schichten einzudringen. Er sendet während seines Verlaufs Fäden zum Kiefergelenk.

b) Der N. temporalis profundus posterior (Fig. 323, 13; Fig. 327, 2) zieht über dem M. pterygoideus externus zur hinteren Abtheilung des M. temporalis. Er sendet ebenfalls Fäden zum Kiefergelenk. [Rüdinger].

c) Der N. temporalis profundus anterior (Fig. 323, 11; Fig. 327, 5), wendet sich über oder durch den M. pterygoideus externus hindurch zum vorderen Theil des M. temporalis.

d) Der N. pterygoideus externus (Fig. 327, 6) läuft gewöhnlich in der Bahn des N. buccinatorius und löst sich von diesem während seines Durchgangs durch den M. pterygoideus externus ab.

e) Der N. buccinatorius wendet sich nach vorn-lateralwärts, durchbohrt den M. pterygoideus externus oder kommt unter ihm hervor, zieht an der Aussenfläche des M. buccinator bis zum Mundwinkel und zerfällt unterdessen in seine Endzweige, Rami bucco-labiales. Ein Theil von ihnen durchbohrt den Muskel und begibt sich zur Schleimhaut der Backe, ein anderer Theil begibt sich zur Haut der Backe und tritt mit Zweigen des N. facialis in Verbindung.

f) Der N. pterygoideus internus (Fig. 328, 13; Fig. 329, 6) entspringt von der medialen Fläche des dritten Astes, durchbohrt entweder das Ganglion oticum oder zieht an ihm vorüber, und senkt sich in den M. pterygoideus internus ein. Aus dem N. pterygoideus lösen sich in der Nähe des Ohrknotens der N. tensoris veli palatini und N. tensoris tympani ab (Fig. 328, 14 u. 10).

Fig. 328.

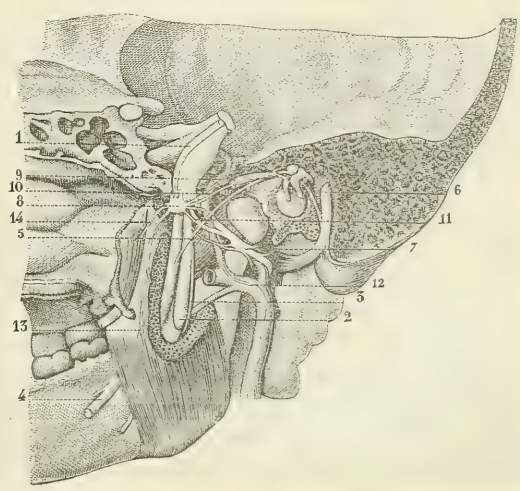


Fig. 328. Das Ganglion oticum und seine Verbindungen von der medialen Seite. (Nach Arnold). 3/5

Die rechte Schädelabtheilung ist so durchtrennt, dass das Keilbein in der Gegend des For. ovale, das Felsenbein durch die Trommelhöhle hindurch durchsägt ist; das Unterkiefergelenk ist von innen her frei gelegt, und der Musc. pteryg. internus zum Theil entfernt. — 1, kleine Trigeminuswurzel, welche an der Innenseite des Gasser'schen Knotens verläuft und durch das Foramen ovale tritt. 2, N. mandibularis an seiner Eintrittsstelle in das Foramen mandibulare. 3, N. mylohyoideus. 4, N. lingualis. 5, Chorda tympani. 6, N, facialis in seinem Kanale. 7, N. auriculo-temporalis mit seinen zwei Wurzeln die Art. meningea media umfassend. 8, Ganglion oticum. 9, N. petrosus superficialis minor. 10, N. tensoris tympani. 11, Verbindungsfaden mit dem N. auriculo-temporalis. 12, Wurzel aus dem Plexus arteriae meningeae mediae. 13, N. pterygoideus internus. 14, N. tensoris veli palatini.

Das **Ganglion oticum** (Fig. 328; Fig. 329).

Der Ohrknoten, G. auriculare s. Arnoldi, ist ein abgeplatteter länglichrunder Körper von 4 mm grösstem Durchmesser, welcher dicht unter dem Foramen ovale an der medialen Seite des dritten Astes des Trigeminus und an der lateralen Fläche des M. tensor tympani gelegen ist.

Fig. 329.

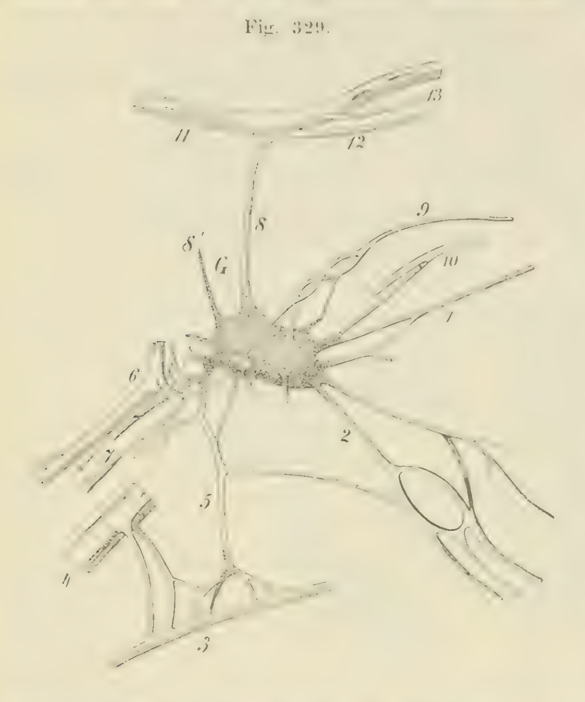


Fig. 329. Wurzeln und Aeste des Ganglion oticum. $^3/_1$.

G, Ganglion oticum. 1, N. petrosus superficialis minor. 2, Verbindungszweig zum N. auriculo-temporalis. 3, Chorda tympani. 4, N. lingualis. 5, Verbindungszweig des Ganglion mit der Chorda tympani. 6, N. pterygoideus internus. 7, N. tensoris veli palatini. 8, 8', Nn. sphenoidales. 9, N. tensoris tympani. 10, N. spinosus. 11, N. Vidianus. 12, N. petrosus superficialis major. 13, N. petrosus profundus minor.

Das Ganglion, welches multipolare Ganglienzellen enthält [Rauber, Retzius], steht mit mehreren umgebenden Nerven durch Fäden in Verbindung, die als Wurzeln bezeichnet werden; es sendet ferner eine Reihe peripher verlaufender Aeste aus.

Als Wurzeln sind zu erwähnen:

1) Verbindungszweige mit dem Trigeminus, welche von der medialen Fläche des dritten Astes ausgehen und, wenn nicht alle, so doch grösstentheils in die Bahn des N. pterygoideus internus und seiner Aeste übergehen. Sie stellen die Radix brevis von Arnold dar.

2) Verbindungszweige mit dem die A. meningea umspinnenden sympathischen Geflechte. Sie bilden die Radix sympathica.

3) Der N. petrosus superficialis minor. Er ist ein Verbindungsstrang des Ohrknotens mit dem Ganglion petrosum n. glossopharyngei, zugleich des Ganglion geniculi n. facialis, und tritt an das hintere Ende des Ganglion oticum heran. Seine Fasern stammen grösstentheils aus dem N. tympanicus des Glossopharyngeus. Das Endstück des N. tympanicus tritt aus der Paukenhöhle in die Schädelhöhle durch die Apertura superior canaliculi tympanici, nimmt hier einen Faden vom Knie des Facialis auf, verläuft in einer neben dem Semicanalis nervi Vidiani gelegenen Rinne, tritt alsdann durch ein besonderes Canälchen (Canaliculus innominatus) oder durch das die Fissura sphenopetrosa ausfüllende Gewebe an die Aussenfläche der Schädelbasis und senkt sich in das Ganglion ein. Dadurch steht das Ganglion mit dem Facialis und Glossopharyngeus in Verbindung. Arnold beschrieb den N. petrosus superficialis minor als Radix sensitiva.

4) Eine vierte centrale Verbindung besitzt das Ganglion oticum durch den Nervulus sphenoidalis internus mit dem Ganglion sphenopalatinum, indem der genannte feine Nerv vom Ganglion ausgeht und zum N. Vidianus gelangt.

5) Ein fünfter Verbindungszweig ist der Nervulus sphenoidalis externus, welcher nach C. Krause zum Ganglion Gasseri zieht.

Die in periphere Bahnen laufenden Aeste des Ganglion sind:

1) Starke Zweige zum N. auriculo-temporalis.

2) Zweige zur Chorda tympani.

3) Ein Zweig zum N. tensoris tympani.

4) Ein Zweig zum N. pterygoideus internus.

5) Ein Zweig zum N. tensoris veli palatini, sowie einige andere von unbekanntem Verlauf.

2) Der **Ramus inferior** des dritten Trigeminusastes.

Er enthält besonders die nach unten ziehenden Zweige des Ramus inframaxillaris, nämlich den N. lingualis und mandibularis, ferner den auriculo-temporalis. Er ist grösstentheils sensibel, enthält die Hauptmasse der sensiblen Wurzel des Trigeminus, führt indessen auch einen kleinen Theil motorischer Fasern. Das Ganglion oticum und linguale treten mit seinen Zweigen in enge Verbindung.

a) Der N. auriculo-temporalis s. temporalis superficialis (Fig. 323, 14; 327, 8; 328, 7) entspringt vom hinteren Rand des Stammes gewöhnlich mit zwei Wurzeln, welche die A. meningea media zwischen sich fassen (Fig. 328, 7). Er schwingt sich darauf hinter dem Gelenkfortsatz des Unterkiefers bogenförmig nach oben, tritt unter die Parotis und lässt schliesslich, hinter der A. temporalis superficialis gelegen, seine Endäste zum Ohr und zur Haut der Schläfengegend ausstrahlen. Die beiden Wurzeln des Nerven erhalten peripheriewärts laufende Verbindungszweige aus dem Ganglion oticum, welche dem Auriculo-temporalis durch Vermittelung des N. petrosus superficialis minor aus dem N. glossopharyngeus secretorische Fasern für die Parotis zuführen [Heidenhain]. Eine zweite Verbindung geht der Nerv mit dem N. facialis ein. Gewöhnlich sind es zwei Zweige, Rami communicantes, welche an der Umbiegungsstelle des Auriculo-temporalis nach oben sich mit dem oberen Aste des Facialis verbinden und dem Facialis sensible Fasern zuführen [E. Bischoff]. Seine übrigen Aeste sind die folgenden:

Rami articulares, 1—2 feine Fäden, die der Nerv beim Vorüberziehen am Unterkiefergelenk an die hintere Kapselwand entsendet.

Rami parotidei, feine Fäden in verschiedener Zahl, die für die Substanz der Parotis bestimmt sind und vom Ganglion oticum, bez. vom Glossopharyngeus stammen (s. oben).

Nn. meatus auditorii externi (Fig. 327, 10), gewöhnlich ein oberer und unterer, welche an der Grenze des knöchernen und knorpeligen äusseren Gehörgangs in die Wand des letzteren eindringen. Der untere geht zur unteren, der obere zur oberen Wand des Gehörgangs, dessen Haut sie versorgen. Ein feiner Zweig des oberen, N. membranae tympani, gelangt zum Trommelfell.

Nn. auriculares anteriores (Fig. 327, 10). Sie ziehen hinter der A. temporalis superficialis vorbei und versorgen die Haut der concaven Fläche der Ohrmuschel von der oberen Spitze bis zur Incisura intertragica.

N. temporalis superficialis, der Endast des Auriculo-temporalis. Er verbreitet sich nach Ueberschreitung des Jochbogens in der Haut der Schläfe vor und über dem Ohr; seine letzten Ausstrahlungen anastomosiren mit Aesten des N. frontalis, facialis und occipitalis.

b) Der N. mandibularis (Fig. 327, 14; 328 2), der stärkste Zweig des dritten Astes der Trigeminus, zieht zwischen dem M. pterygoideus externus und internus abwärts und liegt dabei hinter und lateralwärts vom N. lingualis. Zwischen dem Lig. accessorium mediale des Unterkiefergelenks und dem Unterkiefer zum Foramen mandibulare gelangt, verläuft der Nerv zusammen mit der A. mandibularis im Unterkieferkanal nach unten-vorn, versorgt auf diesem Wege die Molar- und Prämolarzähne, und tritt mit dem grössten Theil seiner Fasern durch das Foramen mentale auf die Gesichtsfläche des Unterkiefers, um sich in der Haut der Unterlippe und des Kinns zu verästeln; der schwächere Rest des Nerven verläuft im Unterkieferkanal weiter und versorgt den Eckzahn und die Schneidezähne der zugehörigen Unterkieferhälfte. Schon vor dem Eintritt in das Foramen mandibulare entlässt der Nerv die ihm beigemischten motorischen Fasern in der Bahn des N. mylohyoideus, welcher dem Sulcus mylohyoideus des Unterkiefers folgt.

Der N. mylohyoideus (Fig. 327, 13; 328, 3) trennt sich vom N. mandibularis am Foramen mandibulare und verläuft nun, anfangs vom M. pterygoideus internus bedeckt, im Sulcus mylohyoideus nach vorn, um den M. mylohyoideus und vorderen Bauch des Digastricus mit motorischen Zweigen zu versorgen. Dicht hinter dem Kinn sendet der Nerv gewöhnlich einige feine Aestchen zur Haut des Kinns und der Unterkinngegend.

Die Nn. dentales (s. alveolares) inferiores posteriores (Fig. 327, 15, 15) treten vom Stamm im grösseren hinteren Theil des Mandibularkanals ab, versorgen die Molares und Praemolares mit besonderen Fädchen, auch die Wände der Alveolen und das Zahnfleisch (Rami gingivales).

Die Nn. dentales (s. alveolares) inferiores anteriores gehen von dem Rest des Mandibularnerven in der kleineren vorderen Abtheilung des Mandibularkanals aus. Sie versorgen den Eck- und die Schneidezähne, und heisst der in der vorderen Strecke des Mandibularkanals liegende Nerv darum auch Ramus incisivus.

Der N. mentalis, oft schon innerhalb des Kanals abgezweigt, theilt sich beim Austritt aus dem Foramen mentale, bedeckt vom M. depressor anguli oris, in drei Aeste, den Ramus mentalis und die Rami labiales inferiores. Die beiden letzteren theilen sich in zahlreiche Zweige für die Haut und Schleimhaut der Unterlippe; der erstere (untere) versorgt die Haut der Kinngegend.

c) Der N. lingualis (Fig. 327, 12; 328, 4) zieht wie der N. mandibularis zwischen dem M. pterygoideus und internus an der medialen Seite der A. maxillaris interna herab und liegt dabei vor- und medianwärts vom N. mandibularis. Vom vorderen Rande des M. pterygoideus internus wendet er sich in sanftem, nach vorn-oben concavem Bogen erst über der Glandula submaxillaris, dann über dem M. mylohyoideus zum Seitenrand der Zunge, auf die laterale Fläche des M. hyoglossus. Er lässt sodann durch die Bündel des M. lingualis inferior hindurch, zwischen dem M. hyoglossus und genioglossus seine Fasern in die Zunge einstrahlen. Am Seitenrand der Zunge liegt er dicht unter der

Schleimhaut und kreuzt sich mit dem Ductus submaxillaris, der lateralwärts über ihn hinwegzieht.

Während seines Verlaufes verbindet sich der N. lingualis mit dem N. mandibularis, durch einen von letzterem zu ersterem schräg herabziehenden Faden. Bald unter seinem Ursprung nimmt er ferner die Chorda tympani auf (Fig. 328, 5), welche aus der Fissura petro-tympanica hervortritt und sich, schräg nach unten-vorn verlaufend, spitzwinkelig mit ihm vereinigt. Sie führt dem N. lingualis Facialisfasern zu. Mit dem Lingualis gelangen sie zu den vorderen Abschnitten der Zunge, sowie zu dem Ganglion linguale und von diesem zur Glandula submaxillaris. Dem entsprechend enthält die Chorda theils centripetale, dem Geschmackssinn dienende Fasern (die wahrscheinlich aus dem N. intermedius zum Facialis gelangen), theils centrifugale Fasern, die Sekretionsfasern für die Glandula submaxillaris und sublingualis.

Während der N. lingualis über die Glandula submaxillaris wegzieht, verbindet er sich durch kleine Zweige mit dem Ganglion linguale (Fig. 338). Das hintere Bündel geht vom Lingualis zum Ganglion, das vordere vom Ganglion zum Lingualis. An der unteren Spitze des von beiden Nervenbündeln gebildeten Dreiecks liegt das Ganglion linguale s. submaxillare.

Auf der Aussenseite des M. hyoglossus verbindet sich der N. lingualis durch einen einfachen oder doppelten Faden bogenförmig mit einem der Endäste des N. hypoglossus, welcher letztere hiedurch [nach E. Bischoff] sensible Fasern für seine Endausbreitung in der Zunge erhält. Luschka dagegen erblickt in diesen Fasern centralwärts im Hypoglossus verlaufende Elemente, welche die Sensibilität des Hypoglossus bei seinem Austritt aus der Schädelhöhle bedingen.

Noch bedeckt vom M. pterygoideus internus entlässt der Nerv einige feine Zweige zum hinteren Theil der Schleimhaut am Boden der Mundhöhle (Ramuli mandibulares, Henle, Rr. isthmi faucium, Arnold).

Am hinteren Rand der Glandula sublingualis geht aus dem Nerven der N. sublingualis hervor. Er zieht an der lateralen Fläche der Drüse nach vorn und versorgt theils die Drüse, theils die Schleimhaut des Bodens der Mundhöhle, theils den vorderen Theil des Zahnfleisches mit Zweigen. Die in die Glandula sublingualis eindringenden Fasern stammen theilweise aus dem Ganglion submaxillare, theilweise aus Gruppen von Ganglienzellen, welche in die Zweige eingestreut sind und zur Bildung eines besonderen Ganglion, des Ganglion sublinguale, Veranlassung geben können.

Die Rami linguales des N. lingualis sind die zahlreichen Endäste dieses Nerven für die vordere Hälfte der Zunge. Sie erstrecken sich auf die Schleimhaut des Rückens, der Seitenränder und der Spitze der Zunge und endigen besonders in den Papillae fungiformes und filiformes. Die Rami linguales führen theils einfach sensible Fasern (aus dem Trigeminus), theils Geschmacksfasern (aus der Chorda tympani).

Das **Ganglion linguale** s. submaxillare, der Zungen- oder Unterkieferknoten (Fig. 330 sm) von J. F. Meckel 1748 zuerst beschrieben, ist von wechselnder Gestalt und 3,5 mm grösstem Durchmesser, liegt über der Glandula submaxillaris, und ist mit dem N. lingualis durch ein hinteres und ein vorderes Bündel verbunden. Ersteres führt dem Ganglion Lingualis- und Chorda-

Fig. 330.

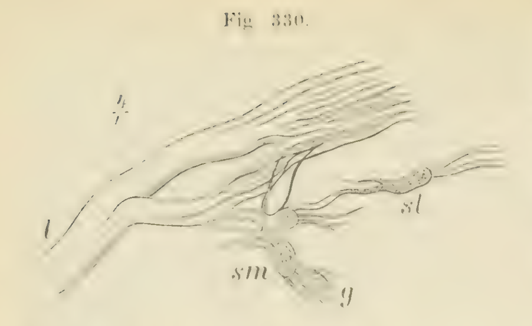


Fig. 330. Ganglion linguale s. submaxillare und sublinguale eines Neugebornen. $^{4}/_{1}$.

l. N. lingualis, centraler Theil; sm, G. submaxillare mit Zweigen, die vom N. lingualis kommen, mit anderen, die in ihn übergehen. Selbst innerhalb und auf dem Lingualisstamm befinden sich kleine, gestreckte Ganglienzellenanhäufungen. Ein anderer Theil der Fasern hängt mit dem keulenförmigen G. sublinguale (sl) zusammen, welches besonders vorwärts starke Zweige aussendet. Das Ganglion submaxillare sendet viele und starke Zweige (g) abwärts zur Glandula submaxillaris.

fasern zu; das vordere führt in den Lingualis Ganglienfasern über. Das hintere Bündel enthält nach dem Schema von Arnold die Radix motoria und sensitiva des Ganglion; als Radix sympathica werden mehrere feine Fäden beschrieben, welche vom Plexus arteriae maxillaris externae ausgehen und zum Ganglion gelangen.

Das Ganglion gibt 5—6 Zweige zur Glandula submaxillaris ab, welche vom unteren Rande des Ganglion ausgehen. Die meisten dringen mit dem Ductus Whartonianus in den Hilus der Drüse ein und stellen die vieluntersuchten Sekretionsnerven der Drüse dar. Einige feine Fäden folgen dem Ausführungszug bis zur Papilla sublingualis. Vom vorderen Rande des Ganglion gehen diejenigen Fasern aus, welche sich zum N. lingualis und mit ihm zur Zunge begeben. Zuweilen gelangen einige Fädchen aus dem Ganglion zum N. hypoglossus, um sich mit ihm peripherisch zu verbreiten. Das Ganglion linguale und sublinguale enthält multipolare Nervenzellen. Ueber das Ganglion sublinguale siehe oben, N. sublingualis, und Fig. 330 sl.

Ueberblicken wir das Gesammtgebiet, welches von beiden Wurzeln des Trigeminus und den sich an diesen Nerven schliessenden Ganglien versorgt wird, so ist dieses ein ausserordentlich ausgedehntes.

Der am höchsten gelegene erste Ast, Ramus ophthalmicus, versorgt mit sensiblen Fasern den Augapfel, die Thränendrüse, einen Theil der Nasenschleimhaut, und die Haut des Kopfes von der Augenlidspalte aufwärts bis zum Scheitel.

Der zweite Ast, Ramus supramaxillaris, ebenfalls sensibel, nimmt seine Ausbreitung vorzugsweise im Gesicht zwischen Lid- und Mundspalte, in den Zähnen des Oberkiefers, am Gaumen, in der Nasenhöhle und Highmorshöhle.

Der dritte Ast, Ramus inframaxillaris, sendet in absteigender Richtung sensible Zweige zur Zunge, zu den Zähnen und der Haut des Unterkiefers; in aufsteigender Richtung führt er dem äusseren Ohr und der Haut der Schläfe Fasern zu; mit motorischen Fasern versorgt er die Kaumuskeln sowie den M. mylohoideus und den vorderen Bauch des M. digastricus mandibulae.

Dieses Verbreitungsgebiet gibt für Denjenigen, welcher das Verbreitungsgebiet deuten will, mancherlei zu denken. Doch nicht jetzt, sondern erst bei späterer Gelegenheit wird auf die hieran zu knüpfenden Erwägungen Rücksicht zu nehmen sein.

VI. Nervus abducens.

Der N. abducens (Fig. 321, 1; 322, 5; 323, VI) entspringt im Nucleus abducentis (s. oben S. 401) und tritt in der Furche zwischen der Brücke und den

Pyramiden zur Oberfläche. Er ist rein motorisch, enthält ungefähr 2500 Nervenfasern und ist für einen Muskel bestimmt, den M. rectus oculi lateralis. Er verläuft sodann gegen den Clivus Blumenbachii und durchbohrt rück- und lateralwärts vom Dorsum sellae die hintere Wand des Sinus cavernosus. Im Sinus angelangt liegt er, von einer Duralscheide umgeben, an der lateralen Seite der Carotis interna und zieht zur Fissura orbitalis superior, durch welche er unterhalb des Oculomotorius in die Augenhöhle gelangt. Zwischen beiden Köpfen des M. rectus lateralis durchtretend, senkt er sich in diesen Muskel an dessen innerer Fläche ein. Innerhalb des Sinus cavernosus empfängt er einige Fäden vom Plexus caroticus, welche in die periphere Bahn des Abducens übergehen. An der Eintrittsstelle in die Orbita nimmt er einen Faden vom ersten Ast des Trigeminus auf, der ihn mit sensiblen Fasern ausstattet.

VII. Nervus facialis s. communicans faciei (Fig. 219 VII; 323 VII; 324, ι; 331—333).

Der N. facialis entspringt im Facialiskern (s. S. 400) und tritt am hinteren Rand des Brückenschenkels zur Oberfläche. Zwischen seiner Austrittsstelle und

Fig. 331.

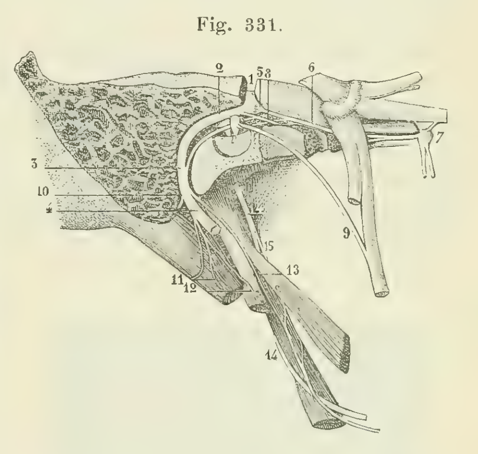


Fig. 331. Der Facialis im Fallopi'schen Kanale sammt seinen Verbindungen von aussen her freigelegt. (Nach Hirschfeld u. Leveillé). 3/5.

Die äusseren Abtheilungen des Warzen- und Felsentheils des Schläfenbeins sind durch einen nahezu senkrechten Schnitt entfernt, und der Fallopi'sche Kanal ist in seiner ganzen Länge eröffnet; der Annulus tympanicus sammt Trommelfell sind zum Theile erhalten, ebenso die innere Wand des Canalis Vidianus. — 1, Facialis während seines anfänglich horizontalen Verlaufes. 2, Die nach rückwärts sich umbiegende Abtheilung dieses Nerven. 3, Seine abwärts verlaufende Abtheilung. 4, Seine untere Austrittsstelle. 5, Ganglion geniculi. 6, Nervus petrosus superficialis major. 7, Ganglion sphenopalatinum. 8, N. petrosus superficialis minor. 9, Chorda tympani. 10, N. auricularis posterior, kurz abgeschnitten. 11, Ast zum Musc. digastricus. 12, Ast zum M. stylohyoideus. 13, Verbindungszweig zum N. glossopharyngeus. 14. 15, N. glossopharyngeus.

derjenigen des Acusticus kommt der N. intermedius s. Portio intermedia Wrisbergii zum Vorschein, welcher sich dem Facialis als Portio minor zugesellt. Facialis, Intermedius und Acusticus wenden sich darauf vor- und lateralwärts und treten, von Fortsetzungen der Gehirnhäute umgeben, in den Meatus acusticus internus ein. Der Facialis liegt dabei mit dem Intermedius an der vorderen (medialen) Seite des Acusticus, in einer Rinne desselben. Im Grund des inneren Gehörgangs dringt der Facialis durch den Porus facialis in den Canalis facialis s. Fallopiae ein, durchläuft die erste Strecke desselben bis zum Hiatus canalis facialis in der Richtung nach vorn-lateralwärts, biegt hier, indem er das Genu nervi facialis bildet, fast rechtwinkelig nach hinten und lateralwärts um und zieht über der Fenestra ovalis hin; er wendet sich dann im Bogen abwärts, um durch das Foramen stylomastoideum hervorzutreten. Sogleich tritt er nun in die Parotis ein und verläuft unterhalb des äusseren Gehörgangs, nach aussen vom hinteren Bauch des M. digastricus und von der Carotis externa. Innerhalb der Parotis theilt er sich in zwei Hauptäste, den N. temporo-facialis und den N. cervico-facialis. Diese beiden gehen wieder Theilungen und Verbindungen ihrer Zweige ein, sodass hierdurch ein Geflecht, der Plexus parotideus s. pes

anserinus major entsteht. Vom vorderen Rand der Parotis strahlen darauf die Endäste zu den einzelnen Gesichtsmuskeln aus.

Am Genu nervi facialis befindet sich ein Ganglion, das Ganglion geniculi, in welches sich, wie in ein Spinalganglion, der N. intermedius gleich einer hinteren Wurzel einsenkt. Abgesehen vom Intermedius, über dessen Wesen noch Zweifel bestehen, ist der Facialis ein motorischer Nerv und versorgt alle Muskeln der Schädeldecke, des äusseren Ohrs, des Gesichts (ausgenommen die Kaumuskeln), den M. stapedius, stylohyoideus, den hinteren Bauch des Digastricus, sowie (in der Bahn des Trigeminus) den Levator veli palatini und Azygos uvulae. Eine besondere Art seiner motorischen Nerven bilden die in ihm enthaltenen secretorischen Fasern für die Speicheldrüsen (ohne Parotis), welche durch die Vermittelung des Trigeminus (s. diesen) zu ihrem Ziel gelangen. Schon im Canalis facialis werden dem Facialis sensible Fasern zugeführt, und zwar aus dem Trigeminus, durch den N. petrosus superficialis major. Viel ausgedehnter ist die Beimischung sensibler Fasern zu den Endästen im Gesicht. Durch die Chorda tympani enthält der Facialis auch Geschmacksfasern.

Vom Porus acusticus internus bis zum Austritt aus dem Foramen stylomastoideum sind folgende Verbindungen und Aeste vorhanden:

1) Rami communicantes cum nervo acustico. Die Verbindungsäste sind zweierlei Art, innere und äussere. Die innere Verbindung wird durch den Intermedius hergestellt, welcher sich im inneren Gehörgang mit Fäden bald an den Acusticus anlegt, bald an den Facialis; sie kehren schliesslich zum Facialis zurück. Die äussere besteht darin, dass Fädchen vom Knie des Facialis ausgehen und zum Ganglion N. vestibuli des achten Hirnnerven gelangen.

2) N. petrosus superficialis major (Fig. 331, 6; 332, 6). Er zieht vom Ganglion geniculi zum Ganglion sphenopalatinum, ist aber mehr, als eine blosse Verbindung beider Ganglien, (s. oben S. 540. 550).

Fig. 332.

Fig. 332. Verlauf und Verbindungen des Facialis und Acusticus innerhalb des Felsenbeines. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^3/_5$.

Das Felsenbein ist von oben her aufgemeisselt; dadurch sind das mittlere und das innere Ohr blossgelegt. 1, 1, N. facialis, zum Theil entfernt, um den Verlauf der Portio intermedia zur Anschauung zu bringen; man sieht ihn zwischen Schnecke und Vorhof dicht an der Sehne des M. tensor tympani nach hinten umbiegen und dann nach unten verschwinden, 2, Schneckenast des Acusticus. 3, Vorhofsast des Acusticus. 4, N. intermedius Wrisbergii, zwischen den beiden Aesten des Acusticus und dem Facialis verlaufend und in dem Ganglion geniculi endigend. 5, Ganglion geniculi. 6, N. petrosus superficialis major. 7, Chorda tympani, auf ihrem Wege zwischen Ambos, Hammer und Musc. tensor tympani.

3) Ramus communicans cum plexu tympanico (Fig. 326, 21). Er geht vom Ganglion geniculi oder dem Anfangstheil des N. petrosus superficialis major zum Plexus tympanicus.

4) N. stapedius. Er entspringt vom absteigenden Stück des Facialis und

dringt durch eine Oeffnung am Grund der Eminentia pyramidalis in den von dieser beherbergten M. stapedius ein.

5) Chorda tympani (Paukensaite) (Fig. 331, 9). Sie tritt vom Facialis im unteren Ende des Canalis Fallopiae unter einem dorsalwärts offenen spitzen Winkel ab, dringt durch den Canaliculus chordae in die Paukenhöhle, zieht, von deren Schleimhaut bekleidet, zwischen dem Crus longum incudis und Manubrium mallei zur Fissura petrotympanica, gelangt durch dieselbe zur Schädelbasis und verbindet sich vor-abwärts laufend mit dem N. lingualis. Während sie in der Nähe des Ganglion oticum vorbeizieht, tritt sie durch ein, auch Ganglienzellen enthaltendes Geflecht mit dem Ganglion oticum in Verbindung. Der grössere Theil der Fasern der Chorda tympani geht in den centralen Theil des Facialis über; in vielen Fällen läuft ein kleiner Theil von Chordafasern peripher im Facialis weiter.

6) N. communicans cum ramo auriculari n. vagi (Fig. 333, vor 17). Der im Canaliculus mastoidus verlaufende R. auricularis vagi kreuzt sich mit dem Facialis und tritt mit ihm durch ein bis zwei Fädchen in Verbindung, welche im Facialis theils centralwärts, theils peripheriewärts verlaufen. Jene scheinen vom Facialis in den R. auricularis überzugehen.

Vom Austritt des Facialis aus dem Foramen stylomastoideum bis zur Peripherie sind folgende Aeste vorhanden:

1) Der N. auricularis posterior s. profundus (Fig. 331, 10; 324, 2) tritt dicht am Foramen stylomastoideum vom Stamme ab, wendet sich nach rückwärts und oben, indem er auf der vorderen Fläche des Processus mastoideus

Fig. 333.

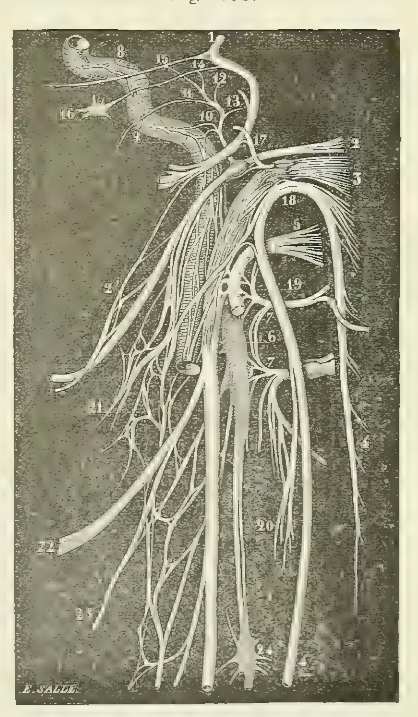


Fig. 333. Schematische Darstellung der Wurzeln und Verbindungen des Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius. (Nach Hirschfeld und Leveillè).

1, Facialis, während seines Verlaufes im Canalis Fallopiae. 2, Glossopharyngeus mit Ganglion petrosum. 2', Verbindung des Glossopharyngeus mit dem für den Musc. digastricus bestimmten Zweige des Facialis. 3, Vagus mit Ganglion jugulare und Plexus nodosus 4, Accessorius spinalis; die oberen unter 3 befindlichen Fäden gehören dem Accessorius vagi an. 5, Hypoglossus. 6, Oberes Halsganglion des Sympathicus. 7, 7, Verbindungsschlinge der zwei ersten Halsnerven. 8, N. caroticus. 9, N. tympanicus aus dem Ganglion petrosum. 10, Sein Ramus carotico-tympanicus (inferior). 11, N. tubae Eustachianae. 12, Zweig zur Fenestra ovalis. 13, Zweig zur Fenestra rotunda. 14, Uebergang des N. tympanicus in den nach links zum Ganglion oticum (16) ziehenden N. petrosus superficialis minor, während der Faden rechts von 14 eine Verbindung mit dem Facialis herstellt. 15, Verbindung des N. petrosus superficialis major mit dem aus dem N tympanicus stammenden N. petrosus profundus minor (carotico-tympanicus superior). 16, Ganglion oticum. 17, N. auricularis vagi. 18, Trennung des Accessorius vagi, der in die Vagusbahn einlenkt, vom Access. spinalis. 19, Verbindung des Hypoglossus mit dem ersten Halsnerven. 20, Verbindung zwischen Accessorius und erstem Halsnerven. 21, Plexus pharyngeus. 22, N. laryngeus superior. 23, Dessen Ramus externus. 24, Mittleres Halsganglion des Sympathicus.

aufsteigt. Er verbindet sich mit Fäden sensibler Zweige der Halsnerven, nämlich des N. auricularis magnus und occipitalis minor (Fig. 324, 3), sowie mit

dem R. auricularis vagi. Der Nerv theilt sich vor dem Processus mastoideus in einen vorderen und einen hinteren Zweig. Der Ramus anterior s. musculo-auricularis versorgt die Mm. retrahentes, den hinteren Theil des M. attollens, den M. transversus und obliquus auriculae, sowie den antitragicus mit motorischen Fasern. Der Ramus posterior zieht zum M. occipitalis (Fig. 324, 4).

2) Der N. styloideus entspringt dicht unter dem vorhergehenden und theilt sich in den N. stylohyoideus und N. digastricus. Der erstere (Fig. 332, 12) dringt in den M. stylohyoideus ein; der letztere in den hinteren Bauch des Digastricus. Vom Ramus digastricus geht ein Ramus communicans cum glossopharyngeo ab (Fig. 333, 2).

3) Der Ramus temporo-facialis (Fig. 324, 9) ist der stärkere der beiden Endäste und wendet sich nach vorn-oben durch den äusseren Theil der Parotis hindurch; seine motorischen Aeste erstrecken sich von den vorderen Ohrmuskeln bis zur Oberlippe.

a) Rami communicantes cum nervo auriculo-temporali (s. oben S. 545).

b) Nn temporales (Fig. 324, 10, 11, 12), meist drei Zweige, die über den Jochbogen aufwärts und nach vorn ziehen. Der hintere Zweig versorgt den vorderen Theil des M Attolens auriculae, den M. Attrahens, M. helicus minor und tragicus; der mittlere den M. frontalis; der vordere den oberen Theil des M. orbicularis oculi und den M. corrugator supercilii.

c) 3—4 Nn. zygomatici malares (Fig. 324, 12). Sie verlaufen gegen das Jochbein, versorgen den lateralen und unteren Theil des M. orbicularis oculi, sowie den Zygomaticus major.

d) 3—4 Nn. buccales (s. buccolabiales) superiores (Fig. 324, 13, 14). Sie ziehen über die Mitte des M. masseter und versorgen den M. quadratus labii superioris und Levator anguli oris, ferner sämmtliche Muskeln der Nase, den M. buccinator und Sphincter oris.

4) Der Ramus cervico-facialis (Fig. 324, 15) zieht durch die Parotis zur Gegend des Unterkieferwinkels und spaltet sich in folgende Zweige.

a) Nn buccales (s. buccolabiales) inferiores (Fig. 324, 16). Sie verlaufen über den unteren Theil des Masseter zum Mundwinkel und versorgen den M. sphincter oris und buccinator.

b) Der N. subcutaneus mandibulae s. marginalis mandibulae (Fig. 324, 16 zum Theil) zieht einfach oder gespalten längs des Unterkieferrandes zum Kinn und versorgt den M. riscrius, triangularis und quadratus labii inferioris, sowie den Levator menti. Er geht mit den vorigen und folgenden Nerven Verbindungen ein.

c) Der N. subcutaneus colli superior s. facialis (Fig. 324, 17), verläuft, vom M. subcutaneus colli bedeckt, hinter dem Unterkieferwinkel abvorwärts, verbindet sich mit dem aus dem dritten Halsnerven stammenden sensiblen N. subcutaneus colli medius s. cervicalis und versorgt für sich allein den M. subcutaneus colli [Bardeleben].

Von Verbindungen der Gesichtszweige des Facialis mit sensiblen Nerven ist nachzutragen, dass folgende makroskopisch dargestellt werden können: die Verbindung des Ramus superior mit dem N. auriculo-temporalis; Ver-

bindungen der Rami zygomatici mit dem R. malaris des Subcutaneus malae; Verbindungen der Rami buccales mit dem N. infraorbitalis und N. buccinatorius; Verbindungen des N. subcutaneus mandibulae mit dem N. mentalis. Die Nerven tauschen dabei Fasern in peripherer Richtung aus.

VIII. Nervus acusticus (Fig. 219, VIII; 332, 2, 3; 334).

Der N. acusticus entspringt aus den Nucleus acusticus und tritt lateralwärts vom Facialis an die Oberfläche, nimmt den Facialis und Intermedius in eine Rinne seiner vorderen oberen Fläche auf und gelangt mit beiden zum Meatus acusticus internus. Innerhalb desselben theilt er sich in einen vorderen und einen hinteren Hauptzweig, den Ramus vestibularis und den Ramus cochlearis.

Fig. 334.

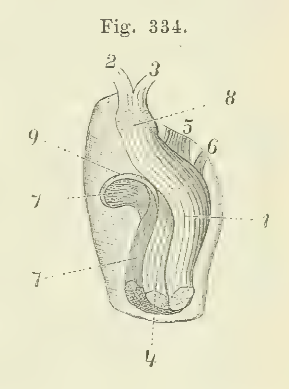


Fig. 334. Rechter N. acusticus im inneren Gehörgange, nach Entfernung des N. facialis und intermedius von oben her gesehen. $^{2}/_{1}$.

Die linke Seite der Figur entspricht der vorderen, die rechte der hinteren Wand des Meatus auditorius internus. 1, Ramus superior (anterior); 2, sein Zweig zur Macula des Recessus utriculi; 3, sein Zweig zu den Cristae des vorderen und äusseren Bogenganges; 4, Ramus medius; 5, sein Zweig zur Macula des Sacculus; 6, sein durch den Canalis singularis zur Ampulla posterior ziehender Zweig; 7, 7, Ramus inferior (N. cochleae); 8, Intumescentia ganglioformis im Gebiet des Ramus superior; 9, Crista falciformis der Schlussplatte des Meatus auditorius internus, als obere Grenze der Fossula cochleae.

1) Der Ramus vestibularis theilt sich nach den neueren Darstellungen von Retzius in drei Zweige:

a) Ramulus recessus utriculi s. utricularis;
b) Ramulus ampullae superioris;
c) Ramulus ampullae horizontalis.

2) Der Ramus cochlearis spaltet sich ebenfalls in drei Zweige; es sind die folgenden:

a) Ramulus sacculi;
b) Ramulus cochleae;
c) Ramulus ampullae inferioris.

Die in dem Ramus cochlearis zusammengefassten Bündel lassen sich auch als aus zwei Theilen bestehend betrachten, einem Ramus medius und Ramus posterior s. s.; eine Auffassung, welche gleich der vorhergehenden vom vergleichend anatomischen Standpunkt aus gerechtfertigt ist. Der grösste Theil der Bündel sammelt sich nämlich zu einem dicken Ramus basilaris, welcher zur Fossula cochleae zieht und für die Schnecke bestimmt ist; die übrigen Bündel bilden den Ramus medius. Dieser theilt sich in zwei Zweige, von welchen der vordere den Ramulus sacculi, der hintere den Ramulus ampullae inferioris darstellt [Retzius].

Man theilte früher den Acusticus einfach in einen Schnecken- und Vorhofsnerven; jener versorgte die Schnecke, dieser alle übrigen Gebilde. Nach Krause läuft der Unterschied auf eine proximalwärts fortgesetzte Präparation der Anastomosen im Stamm des Acusticus hinaus.

Nach Reichert gab es auch einen für die Scheidewand der Säckchen bestimmten Zweig; wahrscheinlich sind jedoch anastomotische Aeste dafür angesehen worden. Denn es zeigte sich, dass ein solcher Zweig, der dem Ramus neglectus und der Macula neglecta der Wirbelthiere entsprechen würde, den Säugethieren und dem Menschen fehlt [Retzius].

Dem Ramus vestibularis, Ramulus ampullaris inferior und Ramulus Sacculi kommt ein Ganglion zu, das am Ramus vestibularis in Folge seiner Grösse und gelblichen Farbe leicht mit freiem Auge erkennbar ist, das Ganglion N. vestibuli, s. Intumescentia ganglioformis Scarpae. Es enthält bipolare Ganglienzellen und unterbricht die einzelnen Fasern. Dem Ganglion vestibulare entspricht ein Ganglion des Schneckennerven, welches letztere im Gebiet der Schnecke liegt, spiralig aufgerollt ist und ebenfalls aus bipolaren Zellen besteht, das Ganglion spirale. Beide Ganglien zusammen bilden das Ganglion acusticum. S. auch den Abschnitt „Gehörorgan".

IX. Nervus glossopharyngeus (Fig. 219, IX; 323, IX; 326; 334; 335; 336).

Der N. glossopharyngeus, Zungenschlundkopfnerv, entspringt aus dem Glossopharyngeuskern (S. 397) und verlässt das Gehirn im obersten Theil des Sulcus lateralis posterior, zwischen den Wurzelfäden des Acusticus und Vagus. Er sendet feine Fäden zur Arachnoides und Pia [Bochdalek] und sammelt sich alsbald zu einem vorderen kleineren und hinteren grösseren Bündel, die sich dicht aneinander legen und vereinigt zur vorderen Abtheilung des Foramen jugulare ziehen, wo der Nerv von einer besonderen Duralscheide umgeben wird.

Fig. 335.

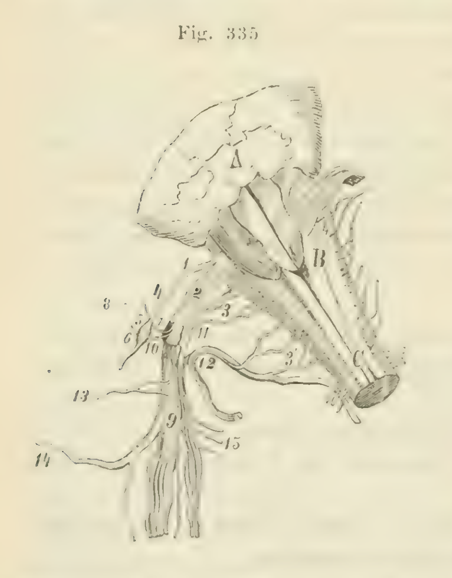


Fig. 335. Schematische Skizze der Wurzeln des neunten, zehnten und elften Hirnnerven und ihrer Verbindungen. (Nach Bendz).

A, Reste des Kleinhirns. B, Medulla oblongata. C, Rückenmark. 1, Wurzeln des Glossopharyngeus. 2, Wurzeln des Vagus. 3, Wurzelfäden des Accessorius vagi. 3', Wurzeln des Accessorius spinalis. 4, Ganglion jugulare des Glossopharyngeus. 5, Ganglion petrosum desselben. 6, N. tympanicus. 7, Ganglion jugulare vagi. 8, Ramus auricularis vagi. 9, Plexus nodosus vagi. 10, Verbindungszweig zwischen Ganglion petrosum und Vagus. 11, Accessorius vagi (sog. Ramus internus des Accessorius). 12, Accessorius spinalis (sog. Ramus externus des Accessorius). 13, Ramus pharyngeus vagi. 14, N. laryngeus superior. 15, Verbindungszweige vom Plexus nodosus zum Sympathicus.

Hier lagert sich den Bündeln ein an Grösse wechselndes Ganglion ein, das Ganglion jugulare, welches in der Beschaffenheit seiner Zellen den spinalen Ganglien völlig gleicht. Unmittelbar nach seinem Austritt aus dem Foramen jugulare schwillt der Nerv zum Ganglion petrosum an, bei dessen Bildung besonders das grössere hintere Bündel des Nerven betheiligt ist. Dieses Ganglion liegt an der unteren Felsenbeinfläche, in der Fossula petrosa. Nicht selten erstreckt sich ein Ausläufer des Ganglion jugulare gegen das Ganglion petrosum hin, so dass man hieraus Veranlassung genommen hat, das obere Ganglion für einen abgelösten Theil des unteren zu halten. Wahrscheinlich ist indessen das Umgehrte das Richtige, das untere (entwicklungsgeschichtlich) ein vorgerückter

Theil des oberen, letzteres als spinales, das untere als sympathisches Ganglion zu betrachten. Was die Zellenformen des unteren betrifft, so ist deren Zugehörigkeit zu dem einen oder anderen System noch zweifelhaft.

Vom Ganglion petrosum zieht der Nerv zuerst zwischen der Vena jugularis interna und Carotis interna, sodann zwischen der Carotis interna und dem M. stylopharyngeus herab, wendet sich um den hinteren Rand dieses Muskels auf dessen laterale Fläche und gelangt in einem nach unten-hinten convexen Bogen zwischen dem genannten Muskel und dem M. styloglossus zur Zungenwurzel. Ausser einfach sensiblen Fasern enthält der Nerv Geschmacks- und motorische Fasern (letztere für den M stylopharyngeus).

Vom Ganglion petrosum gehen folgende Aeste aus:

1) Der N. tympanicus s. Jacobsonii (Fig. 326, 15; 334, 9). Er dringt durch die Apertura inferior canaliculi tympanici in die Paukenhöhle, durchschreitet dieselbe im Sulcus Jacobsonii und geht durch die im Tegmentum tympani befindliche Apertura superior canaliculi tympanici in den N. petrosus superficialis minor über (Fig. 334, bei 14), wodurch die Jacobson'sche Anastomose entsteht, die das Ganglion oticum trigemini mit dem Ganglion petrosum glossopharyngei in Verbindung setzt. Durch ihre Verbindung mit dem Facialis (Fig. 334, oberhalb 12) und dem Sympathicus (334, 10) wird aus der Anastomose ein Plexus, der auch Ganglienzellen führt.

Der Verbindungszweig mit dem Facialis, Ramus communicans n. facialis cum plexu tympanico, geht in der Gegend des Knie's des Facialis vom letzteren oder dem Petrosus superficialis major aus.

Gleich bei seinem Eintritt in den Canaliculus tympanicus ist der N. tympanicus von einem blutgefässreichen Gewebe umgeben, welches in seinem Bau der Glandula coccygea und intercarotica ähnlich ist und von W. Krause Glandula tympanica genannt wird.

Die Verbindung des N. tympanicus mit dem Sympathicus ist doppelt. Der untere Verbindungsast, N. carotico-tympanicus s. carotico-tympanicus inferior (Fig. 326, 16; 334, 10), entwickelt sich aus dem Plexus caroticus in der Gegend der unteren Mündung des carotischen Kanals und gelangt durch den Canaliculus carotico-tympanicus inferior in die Paukenhöhle und zum N. tympanicus.

Der obere Verbindungsast, N. carotico-tympanicus superior s. petrosus profundus minor, geht vom N. tympanicus zum Plexus tympanicus durch den Canaliculus carotico-tympanicus superior.

Als periphere Zweige des N. tympanicus sind zu nennen:

a) Ramuli tympanici, für die Schleimhaut der Paukenhöhle und der Zellen des Processus mastoideus.

b) N. tubae Eustachianae (Fig. 326, 18; 334, 11) zieht an der medialen Tubenwand vorwärts bis zum Ostium pharyngeum derselben.

Von dem Ganglion petrosum glossopharyngei gehen ausser dem N. tympanicus ab:

2) Rami communicantes cum nervo vago (Fig. 335, 10). Es sind dies ein bis zwei Fäden, welche das Ganglion petrosum glossopharyngei mit dem Vagus dicht unterhalb seines Jugularganglions verbinden; ferner ein feiner Zweig, welcher vom Ganglion petrosum zum Ramus auricularis vagi zieht.

3) Der Ramus communicans cum nervo sympathico verbindet das Ganglion petrosum mit dem Ganglion cerviale supremum des Sympathicus.

4) Der Ramus communicans n. facialis et glossopharyngei (Fig. 334 bei 2') geht dicht unter dem Ganglion petrosum vom Stamm ab und verbindet sich mit einem Theil des Ramus digastricus nervi facialis zu einer nach unten convexen Schlinge. Vielleicht gelangen auf diesem Wege motorische Facialisfasern in die Bahn des Glossopharyngeus, die ihn theils mit dem Ramus stylopharyngeus [Longet, Rüdinger], theils mit Fäden zum M. palatoglossus wieder verlassen.

Die peripheren Aeste des Glossopharyngeus sind die folgenden:

1) Rami pharyngei (Fig. 334; Fig. 336, vor 5). Sie gehen, zwei bis drei an Zahl, in verschiedener Höhe vom Stamm ab, verbinden sich mit den Ramis pharyngeis des Vagus und des Sympathicus, und bilden mit ihnen den an der Seitenwand des Pharynx gelegenen Plexus pharyngeus (Fig. 334, 21).

2) Der N. stylopharyngeus, für den gleichnamigen Muskel und benachbarte Schleimhauttheile.

Fig. 336.

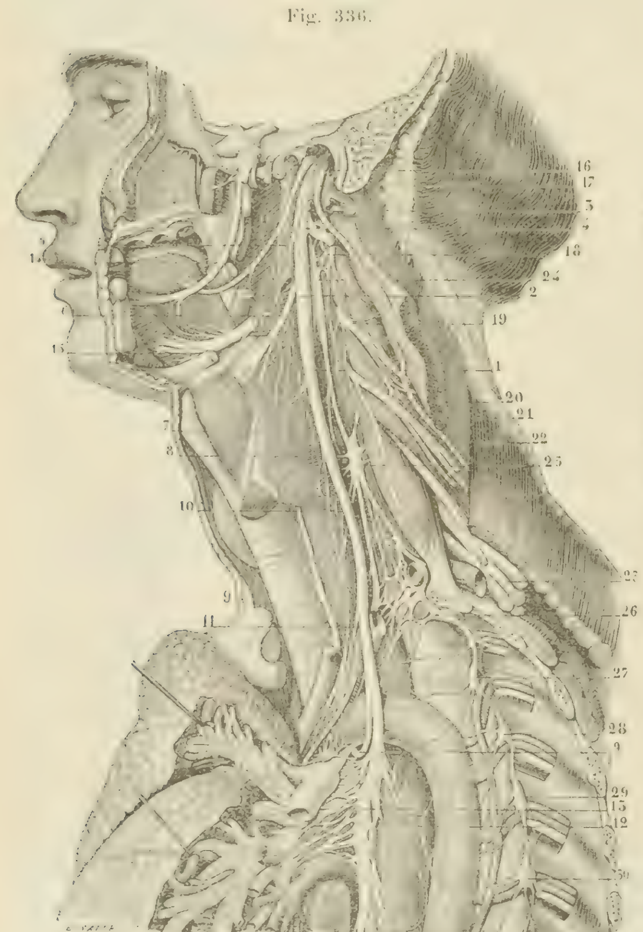


Fig. 336. Glossopharyngeus, Vagus und ihre Verbindungen. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^2/_5$.

1, Vagus; 2, dessen Plexus nodosus; 3, Accessorius vagi (Ramus internus), in die Bahn des Vagus übergehend; 4, Verbindungen des Vagus mit dem Hypoglossus; 5, Ramus pharyngeus vagi, weiter abwärts den Ramus pharyngeus glossopharyngei aufnehmend und dann den Plexus pharyngeus bildend; 6, N. laryngeus superior; 7, dessen Ramus externus; 8, unterer Theil des Plexus pharyngeus; 9, N. laryngeus inferior s. recurrens; 10, 11, Rr. cardiaci superiores; 12, 13, Plexus pulmonalis und Verzweigungen am Oesophagus; 14, N. lingualis trigemini; 15, N. hypoglossus; 16, N. glossopharyngeus; 17, N. accessorius, dessen Ramus externus zum M. sternocleidomastoideus; 18, zweiter, 19, dritter, 20, vierter Halsnerv; 21, Ursprung des N. phrenicus; 22, 23, fünfter bis achter Halsnerv, bei 23 Plexus brachialis; 24, oberes Halsganglion des Sympathicus; 25, mittleres Halsganglion; 26, unteres Halsganglion in Verbindung mit dem ersten Brustganglion; 27, 28, 29, 30, zweites, drittes, viertes, fünftes Brustganglion des Sympathicus.

3) Rami tonsillares, für die Schleimhaut der Mandel und der Gaumenbögen.

4) Ramus lingualis (Fig. 336). Er enthält die Endausbreitung des Nerven in der Zunge.

Die Aeste des Ramus lingualis lassen sich in drei Gruppen bringen [Jacob]:

a) drei bis vier feine Fäden zur Schleimhaut der Zungenwurzel und der vorderen Fläche der Epiglottis.

b) zwei bis drei Fäden zur Gegend des Foramen coecum; hier pflegen sich die Glossopharyngei beider Seiten zu verbinden.

c) drei vordere Zweige, die sich bis zu den Papillae vallatae und zur Papilla foliata erstrecken. Der letztere Zweig verbindet sich mit Zweigen des N. lingualis [Jacob], ohne indessen Glossopharyngeusfasern in den vorderen Bereich der Zunge treten zu lassen.

Die submukösen Verzweigungen des Ramus lingualis in der Zunge gehen häufige Verbindungen unter einander ein und sind durch die Einlagerung zahlreicher kleiner Ganglien ausgezeichnet [Remak].

X. N. vagus s. pneumo-gastricus (Fig. 333, 335, 336, 337, 338).

Der N. vagus, im Nucleus vagi u. s. w. entsprungen (S. 396), tritt im Sulcus lateralis posterior der Medulla oblongata mit zehn bis fünfzehn Wurzelfäden zur Oberfläche. Der durch sie gebildete platte Nervenstamm wendet sich unter der Flocke zur vorderen (Nerven-) Abtheilung des Foramen jugulare und wird hier mit dem N. accessorius zusammen in eine gemeinschaftliche Duralscheide aufgenommen, die ihn von dem vorliegenden Glossopharyngeus trennt.

Im Anfang des Foramen jugulare treten die Wurzelbündel in ein ansehnliches Ganglion, das Ganglion jugulare vagi, welches einem Spinalganglion entspricht.

Fig. 337.

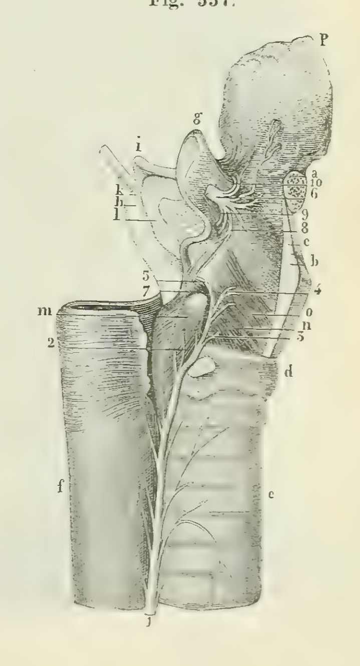


Fig. 337. Verzweigungen der Nervi laryngei. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^{3}/_{5}$.

a, Zungenbein in der Mitte durchschnitten. b, Schildknorpel in der Mitte durchschnitten. c, Ligam. thyreo-hyoideum medium. d, Ringknorpel. e, Luftröhre. f, Speiseröhre. g, Kehldeckel. h, Grosses Horn des Schildknorpels. i, Grosses Zungenbeinhorn. k, Lig. thyreo-hyoideum laterale. l, Membrana thyreo-hyoidea, mit dem Durchtritte des N. laryngeus superior internus sinister. m, Musc. crico-arytaenoideus posterior. n, Musc. crico-arytaenoideus lateralis. o, Musc. thyreo-arytaenoideus. p, Zungenwurzel.

1, N. laryngeus inferior. 2, Aeste desselben zum M. crico-aryt. post. 3, Aestchen zum M. crico-aryt. lateralis. 4, Aestchen zum M. thyreo-arytaenoideus. 5, Aestchen zum M. arytaenoideus. 6, N. laryngeus superior internus dexter. 7, Verbindung desselben mit dem N. laryngeus inferior. 8, Hintere untere Aeste des N. laryngeus superior. 9, Mittlere Aeste desselben. 10, Obere Aeste desselben, von welchen einer bis zur Zungenbasis verläuft.

Nach dem Austritt aus dem Foramen jugulare nimmt der Vagus den Accessorius vagi (den sog. inneren Ast des N. accessorius) in seinen Stamm auf und schwillt sodann zu dem langgestreckten Ganglion cervicale vagi s. Plexus nodosus an (Fig. 333, 3; 335, 9). Nicht alle Fasern und Bündel des Vagus zerstreuen sich in dem Ganglion cervicale vagi, sondern der N. laryngeus superior, die Rami pharyngei

Fig. 338.

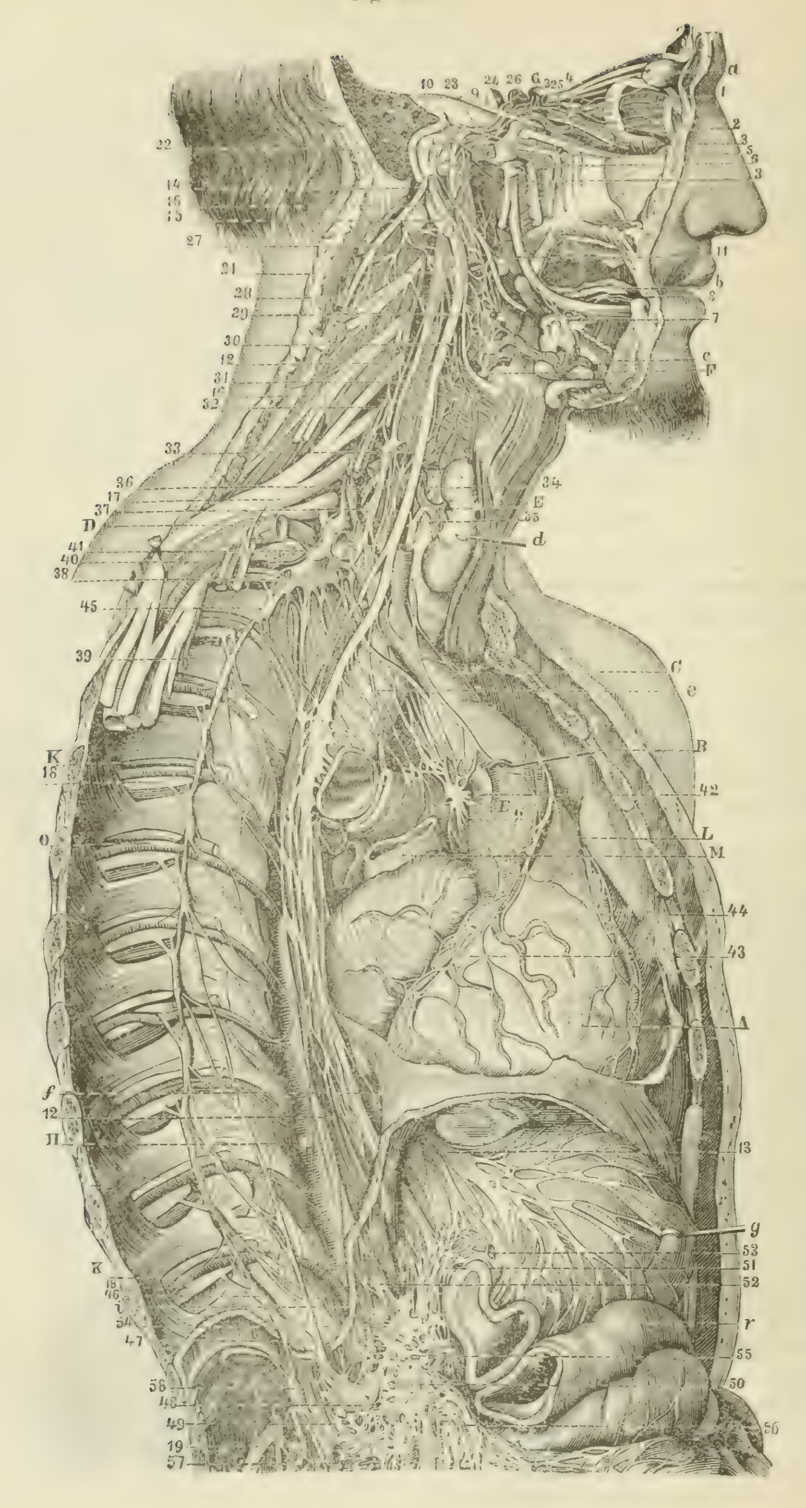


Fig. 338. Verzweigungen des Vagus und des Sympathicus der rechten Seite, am Halse, in der Brusthöhle und in der oberen Abtheilung der Bauchhöhle. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^2/_5$.

a, Thränendrüse; b, Glandula sublingualis; c, Gl. submaxillaris; d, Schilddrüse; e, Luftröhre; f, Speiseröhre; g, Magen in der Nähe des Pylorus durchschnitten, r, Colon transversum; i, Zwerchfell.
A, Herz mit leichter Umdrehung nach links; B, Aortenbogen, etwas vorwärts gezogen; C, Truncus anonymus; D, Arteria subclavia; E, Arteria thyreoidea inferior; F, durchschnittene Carotis externa; G, Carotis interna; H, Aorta thoracica; K, K, Venae intercostales; L, Stamm der A. pulmonalis; M, Vena cava superior; O, Arteria intercostalis.
1, Nn. ciliares; 2, Ramus inferior n. oculomotorii, mit Verbindungsast zum Ganglion ciliare; 3, 3, 3, die drei Hauptäste des N. trigeminus; 4, Ganglion ciliare; 5, Ganglion spheno-palatinum; 6, Ganglion oticum; 7, Ganglion submaxillare; 8, Ganglion sublinguale; 9, N. abducens; 10, N. facialis nebst seinen Verbindungen mit dem Ganglion sphenopalatinum und oticum; 11, N. glossopharyngeus; 12, N. vagus dexter; 13, N. vagus sinister; 14, N. accessorius; 15, N. hypoglossus; 16, N. cervicalis primus; 17, Plexus brachialis; 18, N. intercostalis; 19, N. lumbalis; 21, Ganglion cervicale supremum; 22, N. tympanicus; 23, N. petrosus superficialis major; 24, Plexus cavernosus; 25, Radix sympathica ganglii ciliaris; 26, Zweig zum Gehirnanhange; 27, Verbindungen der oberen Cervicalnerven mit dem oberen Halsknoten; 28, Verbindungen der oberen Cervicalnerven mit dem Vagus; 29, N. laryngeus superior; 30, Plexus pharyngeus; 31, Grenzstrang des Sympathicus; 32, N. cardiacus superior; 33, Ganglion cervicale medium; 34, Verbindungszweig zum N. laryngeus inferior; 35, N. laryngeus inferior; 36, N. cardiacus medius; 37, starker Zweig zum Plexus subclavius; 38, Ganglion cervicale inferius; 39, Plexus brachialis; 40, Plexus arteriae axillaris; 41, Verbindungszweig mit dem ersten Intercostalnerven; 42, Plexus cardiacus; 43, Plexus coronarius dexter; 44, Plexus coronarius sinister; 45, oberer, 46, unterster Brustknoten des Sympathicus in Verbindung mit Intercostalnerven; 47, N. splanchnicus major; 48, Ganglion semilunare; 49, N. splanchnicus minor; 50, Plexus coeliacus; 51, Verbindung mit dem Plexus gastricus; 52, Plexus diaphragmaticus; 53, Plexus gastricus; 54, Plexus hepaticus; 55, Plexus arteriae lienalis; 56, Plexus mesentericus superior; 57, Plexus renalis; 58, Ganglion lumbale primum.

und andere streichen einfach vorbei. Das Ganglion cervicale ist als sympathisches Ganglion zu deuten (s. „Sympathicus").

Unterhalb des Foramen jugulare liegt der Vagus vor der Vena jugularis interna und lateralwärts vom Hypoglossus. Der letztere zieht darauf an der hinteren Fläche des Ganglion cervicale vorüber auf die laterale Seite des Vagus, um sich mit dem Vagus zu kreuzen (Fig. 339). Hier liegt der Vagus in der

Fig. 339.

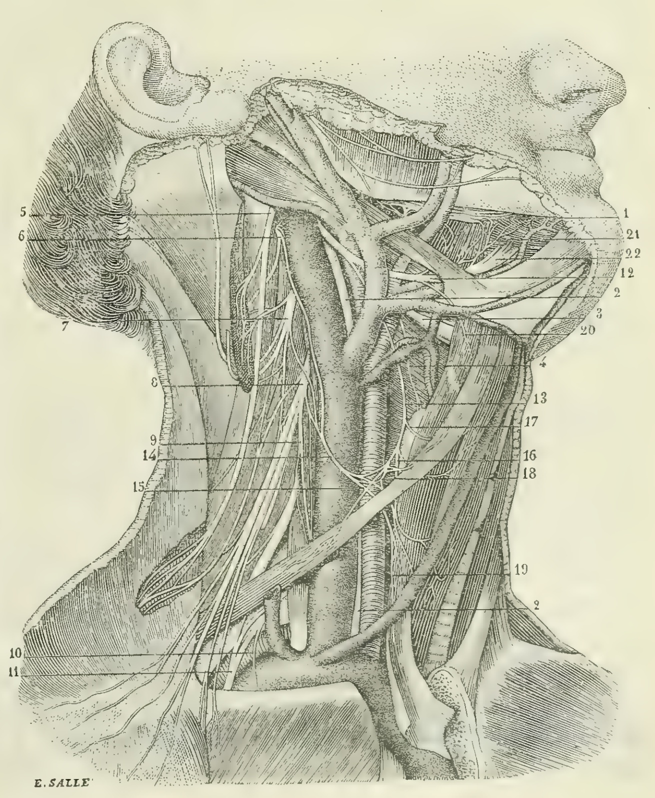


Fig. 339. Verzweigungen der oberflächlichen Halsnerven. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^1/_2$.

1, Nerv. lingualis; 2, N. vagus, nach aussen von ihm die Vena jugularis interna; 3, u. 4, N. laryngeus superior, in seiner Nähe die V. lingualis und weiter unten die V. thyreoidea superior; 5, N. accessorius; 6, 7, 8, Nn. cervicales; 9, N. phrenicus; 10, 11, Plexus brachialis; dabei die V. subclavia, welche sich mit der V. jugularis interna zur V. anonyma verbindet; in den Winkel von aussen mündet die (abgeschnittene) V. jugularis externa; 12, N. hypoglossus, mit dem sich die V. facialis communis kreuzt, welche aus den Vv. facialis anterior und posterior sich bildet; 13, Sogenannter Ramus descendens n. hypoglossi; 14, 15, Verbindung desselben mit Zweigen der Nn. cervicales vor der Vena jugularis interna; 16, 17, 18, 19, Muskeläste dieser Nervenverbindung; 20, Nervenzweig für den M. hyo-thyreoideus; 21, Verbindung zwischen Nn. lingualis und hypoglossus; 22, Endzweige des N. hypoglossus.

Furche zwischen der Carotis interna (später der Carotis communis) und der Vena jugularis interna und verläuft vor dem Grenzstrang des Sympathicus zur Brusthöhle.

In der oberen Brustapertur liegt der Vagus hinter der Vena anonyma, an der lateralen Seite der Carotis communis. Der rechte Vagus geht vor der Arteria subclavia dextra, der linke vor dem absteigenden Stück des Aortenbogens herab. Jeder tritt dann an die hintere Wand des Bronchus seiner Seite, von hier aus zum Oesophagus, und begleitet denselben, durch starke Astabgabe verdünnt, in die Bauchhöhle. Der linke Vagus liegt dabei auf der vorderen, der rechte auf der hinteren Seite des Oesophagus.

Der Vagus ist, obwohl ihm durch den Accessorius vagi wie durch eine motorische Wurzel beträchtliche Massen motorischer Fasern zugeführt werden, nach den Versuchen von Volkmann schon vom Ursprung an ein gemischter Nerv, indem Reizung der Wurzelfäden Contractionen im weichen Gaumen und Schlund, in der Speiseröhre und im Kehlkopf erzielten. Er enthält im Ganzen: 1) motorische Fasern für den Larynx, Pharynx, Oesophagus und Magen; 2) sekretorische Fasern für die Magendrüsen; 3) Hemmungsnervenfasern für das Herz; 4) Gefässnerven; 5) sensible Fasern.

Es ist zweckmässig, die einzelnen Verbreitungsgebiete gesondert zur Darstellung zu bringen.

A. Kopftheil des Vagus: vom Austritt aus dem Gehirn bis zum Beginn des Ganglion cervicale vagi. In diesem Abschnitt finden sich vor:

1) Rr. communicantes cum n. glossopharyngeo (Fig. 335, 10), ein bis zwei Fädchen aus dem Ganglion petrosum zum Vagus, s. auch S. 555.

2) Ramus communicans superior cum ganglio cervicali supremo; ein Verbindungsfaden des N. jugularis ganglii cervicalis supremi zum Ganglion jugulare vagi.

3) Ramus durae matris s. meningeus posterior s. recurrens; läuft vom Ganglion jugulare in die Schädelhöhle zurück und verbreitet sich am Sinus transversus und Sinus occipitalis.

4) Ramus auricularis vagi (Fig. 333, 17); entspringt vom Ganglion jugulare oder dicht unterhalb desselben, nimmt meist einen Faden aus dem Ganglion petrosum glossopharyngei auf und verläuft an der vorderen lateralen Wand des Bulbus venae jugularis zur medialen Mündung des Canaliculus mastoideus. Letzteren durchziehend kreuzt er sich mit dem N. facialis, verbindet sich mit ihm (Fig 333) und gelangt in der Fissura tympano-mastoidea aus der lateralen Mündung des Canaliculus mastoideus hervor, um sich alsbald in zwei Aestchen zu theilen. Das eine verbindet sich mit dem N. auricularis posterior des Facialis, das andere stärkere verbreitet sich an der hinteren Fläche der Ohrmuschel und in der hinteren unteren Wand des äusseren Gehörgangs. Der Nerv scheint in seltenen Fällen zu fehlen [Voigt, E. Bischoff].

5) Ramus communicans cum nervo accessorio (Fig. 333, bei 18). Der Accessorius vagi tritt dicht unterhalb des Ganglion jugulare in die Bahn des Vagus über. Einige Fäden des Vagus, die vom Ganglion jugulare und dicht unterhalb desselben abgehen, gelangen andererseits in die Bahn des Accessorius spinalis [E. Bischoff].

B. **Halstheil des Vagus.** Vom Ganglion cervicale vagi bis zur Abgabe des N. laryngeus inferior.

1) Verbindungsfäden des Ganglion cervicale vagi.

a) Mit dem Ganglion cervicale supremum sympathici. Der betreffende Faden wird als R. communicans inferior cum glanglio cervicali supremo bezeichnet.

b) Mit dem N. hypoglossus (Fig. 336, 4); der Hypoglossus erhält einige Fäden vom Vagus [E. Bischoff].

2) Rami pharyngei n. vagi. Meist sind deren zwei vorhanden, ein oberer und unterer, welche zur Seitenwand des Pharynx verlaufen und sich mit den Schlundästen des Glossopharyngeus und oberem Halsganglion des Sympathicus zum Plexus pharyngeus verflechten. Der stärkere N. pharyngeus superior geht vom Anfangstheil des Ganglion cervicale vagi aus und scheint grossentheils aus Accessoriusfasern zu bestehen; der N. pharyngeus inferior s. minor zweigt sich etwa in der Mitte des Ganglion vom Vagus ab. Der mächtige Plexus pharyngeus (Fig. 336) liegt mit seinen gröberen Netzen auf der Aussenseite des M. constrictor medius und enthält gewöhnlich ein oder mehrere kleine Ganglien (Ganglia pharyngea). Aus diesem Geflecht treten zahlreiche Aestchen hervor, welche theils zur Muskulatur, theils zur Schleimhaut gelangen. Innerhalb der Ringmuskulatur bilden die eingedrungenen Fäden ein feines Geflecht, in dessen Knotenpunkten Ganglienzellen liegen; ein gleiches Geflecht wird in der Submucosa ausgebildet, das reichlich mit Ganglienzellen versehen ist [Remak, Jacob]. Beide Geflechte dürfen als Analoga des Plexus myentericus [Auerbach] und des Plexus submucosus [Meissner] im übrigen Darmkanal betrachtet werden (s. unten „Bauchtheil" des Vagus).

Ein Zweig des N. pharyngeus superior (N. petro-salpingo-staphylinus, Wolfert) gelangt zum M. tensor veli palatini und Azygos uvulae, die dadurch von einer zweiten Seite motorische Fasern erhalten, da sie auch vom Facialis versorgt werden (S. 541).

Aus einem Ramus pharyngeus vagi entsteht auch der von Luschka beschriebene Ramus lingualis vagi. Er nimmt einen Faden eines Ramus pharyngeus glossopharyngei auf, begibt sich zum Anfang des Arcus hypoglossi und theilt sich hier in zwei Aestchen: eines geht mit dem Hypoglossus zur Peripherie, das andere in das sympathische Geflecht der Carotis externa.

3) Der Nervus laryngeus superior (Fig. 336, 6) verlässt die Vagusbahn im unteren Abschnitt des Ganglion cervicale vagi. Er erhält feine Verbindungsfäden aus dem Ganglion cervicale supremum des Sympathicus und aus dem Plexus pharyngeus und theilt sich in zwei Zweige, den Ramus externus und internus. Vor dieser Theilung entsendet er den feinen R. caroticus zum Plexus intercaroticus und zur Scheide der Carotis communis. Aus dem oberen Kehlkopfnerven und dem Vagusstamm entspringt mit zwei kurzen Wurzeln nahe dem Ursprung des N. laryngeus der N. depressor, der mit anderen Ramis cardiacis zum Herzen zieht; Reizung seines centralen Endes bewirkt, dass der Blutdruck beträchtlich sinkt.

Der Ramus externus n. laryngei (Fig. 336, 7) nimmt einen Faden vom oberen Halsganglion des Sympathicus auf, versorgt den Constrictor pharyngei

inferior und den M. cricothyreoideus rectus und obliquus mit motorischen Fasern; er entsendet auch feine Zweige zur Schleimhaut des Stimmbandes [Luschka]. Vom Ramus externus gelangen ferner feine Fädchen zur Schilddrüse [Henle].

Der stärkere Ramus internus (Fig. 337, 6) versorgt die Schleimhaut der Epiglottis und der oberen Kehlkopthälfte bis zur Stimmritze und gelangt dadurch zur Innenwand des Kehlkopfes, dass er die Membrana hyo-thyreoidea durchbohrt. So lassen sich zwei Gruppen von Zweigen unterscheiden, obere, Rami epiglottici (Fig. 337, 10), die in der Plica ary-epiglottica zur Epiglottis verlaufen; und untere, Rami inferiores (Fig. 337, 8 u. 9), welche die Scheimhaut des Kehlkopfes bis zur Stimmritze, und den die hintere Wand des Kehlkopfs bekleidenden Theil der Pharynxschleimhaut versorgen (Rami pharyngei). Einer dieser Nerven entsendet auf der hinteren Fläche des M. crico-arytaenoideus posticus einen feinen Faden, Ramus communicans (Fig. 337, 7) abwärts, welcher sich mit dem N. laryngeus inferior verbindet. Durch ihn gelangen sensible Fasern des oberen in die Bahn des unteren Kehlkopfnerven. In die feineren Verzweigungen der Nerven in der Kehlkopfschleimhaut sind kleine Ganglien eingestreut [Remak].

4) Der N. laryngeus inferior s. recurrens (Fig. 336, 9; 337, 1) entspringt aus dem Vagus vor dem Anfangstheil der A. subclavia (rechts) und vor dem Ende des Aortenbogens (links). Der rechte Recurrens schlingt sich um die Subclavia dextra, der linke um den Arcus Aortae. Jeder steigt nun in der Furche zwischen Luft- und Speiseröhre aufwärts zum Kehlkopf (Fig. 337). Hinter dem unteren Horn des Schildknorpels durchbohrt er den unteren Schlundschnürer oder sucht sich seinen Zugang unter dem unteren Rand dieses Muskels, um in seine Endzweige zu zerfallen. Auf seinem langen Wege gibt er folgende Aeste ab (s. Fig. 336):

a) Einige Rami cardiaci (inferiores); sie begeben sich zum Plexus cardiacus.

b) Verbindungszweige zum Ganglion cervicale inferius des Sympathicus. Sie entspringen wie die unter a) genannten aus dem Anfangstheil des Nerven.

c) Rami tracheales et oesophagei superiores. Sie werden während des Verlaufs des Nerven zwischen Oesophagus und Trachea abgegeben.

Nachdem der N. laryngeus inferior den Kehlkopf betreten hat, zerfällt er in einen vorderen und einen hinteren Ast. Der vordere (äussere) versorgt den M. crico-arytaenoideus lateralis (Fig. 337, 3), den M. thyreo-arytaenoideus externus und internus (Fig. 337, 4), sowie den M. thyreo- und aryepiglotticus. Der hintere Ast nimmt den R. communicans des oberen Kehlkopfnerven auf und versorgt den M. crico-arytaenoideus posticus (Fig. 337, 2) und arytaenoideus (Fig. 337, 5). Einige Fäden gelangen zu dem unterhalb der Stimmritze gelegenen Theil der Kehlkopfschleimhaut.

Der N. laryngeus inferior innervirt hiernach den grösseren Theil der eigentlichen Kehlkopfmuskeln; nur der M. crico-thyreoideus wird vom N. laryngeus superior innervirt. Die Frage, ob der N. accessorius vagi an der Versorgung der Kehlkopfmuskulatur ausschliesslich betheiligt ist, kann zur Zeit nicht entschieden beantwortet werden, indem einander widersprechende Ergebnisse experimenteller Untersuchungen vorliegen. Volkmann's Ergebniss wurde bereits

mitgetheilt; nach Schiff und Heidenhain dagegen würde die Ausreissung beider Accessorii bei Thieren eine vollständige Lähmung der Kehlkopfmuskeln bedingen.

5) Rami cardiaci. Man theilt sie in obere und untere.

a) Die Rami cardiaci superiores (Fig. 336, 10 u. 11) entspringen, 2—3 an Zahl, aus dem zwischen dem oberen und unteren Kehlkopfnerven gelegenen Abschnitt des Vagus und ziehen längs der Carotis communis abwärts. Rechts folgen sie der A. anonyma zum tiefen Abschnitt des Plexus cardiacus, links ziehen sie zu dem am Aortenbogen gelegenen oberflächlichen Theil des Plexus cardiacus. Der oberste dieser Rami cardiaci kommt häufig ganz oder zum Theil aus dem Anfang des N. laryngeus superior; dies ist der Nervus depressor (s. oben N. laryngeus superior).

b) Die Rami cardiaci inferiores (Fig. 338, bei e), wechselnd an Zahl und Stärke, gehören dem Brusttheil des Vagus an, und entspringen theils aus dem Vagus, theils aus dem Anfangsstück des N. laryngeus inferior. Sie verbinden sich untereinander, theils mit den oberen Herznerven und den Herzästen des Sympathicus, und gehen in das tiefe Herznervengeflecht ein. Ein Theil ihrer Fasern gelangt auch zum Plexus trachealis und oesophageus. Die Herznerven des Vagus führen centrifugal leitende Fasern, welche auf Reizung die Zahl der Herzschläge vermindern oder diastolischen Stillstand des Herzens bewirken. Der Vagus verdankt jedoch diese Eigenschaft dem Accessorius: Nach Ausreissung des letzteren [Bernard, Heidenhain] bleibt der Erfolg aus. Ueber den Plexus cardiacus s. Sympathicus.

C. Brusttheil des Vagus: Vom Abgang des N. laryngeus bis zum Foramen oesophageum.

1) Nn. tracheales inferiores; sie gehen unmittelbar unterhalb des N. laryngeus inferior vom Stamme ab und bilden den mit den Nachbargeflechten sich verbindenden Plexus trachealis.

2) Nn. bronchiales s. pulmonales. Man unterscheidet Nn. bronchiales anteriores und posteriores, von welchen die letzteren stärker sind. Sie bilden, mit dem Plexus trachealis Verbindungen eingehend, den Plexus bronchialis (s. pulmonalis) anterior und posterior. An der Bildung des letzteren sind Fäden aus den vier oberen Brustganglien des Sympathicus betheiligt. Die Nn. bronchiales posteriores beider Seiten gehen bei der Bildung des Plexus pulmonalis einen Faseraustausch ein. Das vordere und hintere Geflecht sind miteinander verbunden und gehen mit den Bronchis in die Lungen ein. Die Lungennerven sind mit mikroskopischen Ganglien versehen [Remak, Kölliker].

3) Die Nn. oesophagei (Fig. 336, 12; Fig. 338). Der rechte Vagus legt sich, wie schon erwähnt, der hinteren, der linke der vorderen Fläche des Oesophagus an. Sie bilden beide in ihrem Herabsteigen die Chordae oesophageae der Alten. Durch vordere und hintere Fäden stehen beide miteinander in Verbindung und lösen sich selbst theilweise netzförmig auf: so entsteht der Plexus oesophageus (Fig. 338), welcher die Muskulatur und Schleimhaut der unteren Oesophagus-Hälfte versorgt.

4) Rami pericardiaci. Zur vorderen Wand des Herzbeutels geht ein Zweig vom Vagus dexter, welcher an dessen Kreuzung mit dem Bronchus dexter

entspringt: er sendet auch einen Zweig zur Vena cava superior [Luschka]. Zur vorderen Wand geht auch ein vom linken Vagus stammender Zweig, welcher in gleicher Höhe mit dem oberen Rand des Aortenbogens entspringt [Zuckerkandl].

Zur hinteren Wand des Herzbeutels werden vom Plexus pulmonalis posterior, besonders aber vom Plexus oesophageus oder vom Stamme des Vagus selbst Zweige abgegeben [Zuckerkandl].

D. Bauchtheil des Vagus.

Die beiden Vagi treten, der linke an der vorderen, der stärkere rechte an der hinteren Fläche der Speiseröhre liegend in die Bauchhöhle.

1) Der Vagus sinister (Fig 338, 13) gelangt auf der vorderen Fläche des Oesophagus zur Cardia und kleinen Curvatur. Hier bildet er vor dem Zerfall in seine Endäste den an der vorderen Fläche der kleinen Curvatur liegenden Plexus gastricus anterior (Fig. 338, 53). Aus diesem Geflecht ziehen die Endäste zum Magen und zur Leber.

a) Die Rami gastrici strahlen über die vordere Fläche des Magens bis zum Pylorus aus und verbinden sich dabei mit den die A. coronaria sinistra und dextra umspinnenden sympathischen Zweigen [Kollmann]. Oefters zieht auch ein Zweig des linken Ganglion semilunare Symphatici in der Cardialgegend zur vorderen Magenfläche.

b) Die Rami hepatici gelangen durch das Omentum minus zur Leberpforte.

2) Der stärkere Vagus dexter theilt sich, indem er auf der hinteren Wand der Speiseröhre die Bauchhöhle erreicht, in zwei ungleiche Abschnitte:

a) Der kleinere Theil, die Rami gastrici darstellend, welche etwa $^1/_3$ der Fasern enthalten, begibt sich zur hinteren Magenwand und bildet an der hinteren Seite der kleinen Curvatur den Plexus gastricus posterior, welcher der hinteren Magenwand zahlreiche Aeste zutheilt. Auch hier fehlen Verbindungen mit den sympathischen Geflechten der A. coronoria (sinistra) nicht.

b) Der grössere Theil, mit $^2/_3$ der Fasermasse, die Rami coeliaci darstellend, gelangt längs der A. coronoria sinistra zum Plexus coeliacus und in Begleitung der bezüglichen Gefässe zur Leber, Milz, Bauchspeicheldrüse, zum Dünndarm, zur. Niere und Nebenniere. Ein Theil der Zweige senkt sich in die Ganglia semilunaria ein, ein anderer lässt sich direct zu den genannten Organen verfolgen. Die für die Bauchspeicheldrüse, die rechte Niere und Nebenniere ziehenden Zweige treten zwar in das rechte Semilunarganglion ein, lassen sich aber als durchtretende Nerven nachweisen.

Das Vagus-System gehört dem Angegebenen zufolge, und wie ein Blick auf die Abbildungen beweist, zu den complicirteren. Aus diesem Grunde ist es zweckmässig, dem Gedächtniss durch ein Schema zu Hülfe zu kommen, welches die verschiedenen Bahnen in einfachen Linien ausdrückt, wie es in Fig. 340 geschehen ist. Die Aufeinanderfolge der Aeste und die verschiedenen Verbindungen mit anderen Nerven werden dadurch leicht übersehbar, und ist dem Anfänger anzurathen, sich für sämmtliche Hirnnerven ähnliche Schemata zu entwerfen. Die periphere Verästelung der einzelnen Zweige braucht nicht in das Schema aufgenommen zu werden, da sie ohnedies einfache Verhältnisse zeigt.

XI. Nervus accessorius s. accessorius Willisii, Beinerv.

Der N. accessorius, in dem einheitlichen Accessoriuskern entsprungen (S. 396) lässt sich seinem Ursprung gemäss gegenwärtig weit eher als ein einheitlicher Nerv betrachten, der sich in einen Accessorius vagi und spinalis nur mit Rücksicht auf seinen peripheren Verbreitungsbezirk zerlegen lässt. Sein Austritt aus dem Rückenmark und der Medulla oblongata ist bereits früher angegeben worden. Der Accessorius spinalis und vagi treten zum Accessorius communis zusammen. Dieser wird mit dem Vagus in eine gemeinsame Duralscheide eingeschlossen, nachdem er zum Foramen jugulare gelangt ist. So liegen drei Nerven, der Glossopharyngeus, Vagus und Accessorius, in der vorderen, der Nervenabtheilung des Foramen jugulare beisammen, während die hintere, die Venenabtheilung vom Bulbus venae jugularis eingenommen wird. Zwischen dem Ganglion jugulare und cervicale vagi geht der Accessorius vagi in die Vagusbahn über und wird Ramus internus genannt; der Ramus externus begiebt sich in den M. sternocleidomastoideus und cucullaris.

Fig. 340.

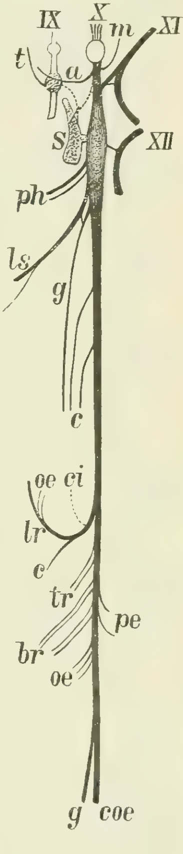


Fig. 340. Vagusschema zur Uebersicht der gesammten Astfolge und der Ausdehnung des Vagussystems.

IX, Glossopharyngeus, X, Vagus, XI, Accessorius, XII, Hypoglossus. Am Glossopharyngeus und Vagus sind je 2 Ganglien sichtbar: das Ganglion jugulare und petrosum des Glossopharyngeus, das Ganglion jugulare und cervicale (Plexus nodosus) des Vagus. S, oberes Ende des Ganglion cervicale supremum Sympathici, in den N. caroticus auslaufend; vorher gibt das Ganglion den (punktirten) N. jugularis für das Ganglion petrosum glossopharyngei und jugulare vagi ab; t, N. tympanicus des Glossopharyngeus; m, Ramus meningeus des Vagus; a, Ramus auricularis vagi; ph, Rami pharyngei des Vagus; ls, N. laryngeus superior (R. externus und internus); g, N. depressor; c, rami cardiaci des Vagus; lr, N. laryngeus inferior s. recurrens vagi mit einem Ramus cardiacus (c); oe, Rami tracheales u. oesophagei superiores; ci, ein Verbindungsast zum G. cervicale inferius; tr, rami tracheales; br, Zweige zur Bildung des Plexus bronchialis anterior (die oberen) und Plexus bronchialis posterior (die stärkeren unteren); pe, Rami pericardiaci; oe, Rami oesophagei inferiores; g, Bündel zur Bildung des Plexus gastricus anterior; coe, Bündel zum Plexus gastricus posterior und coeliacus.

Der im Wirbelkanal aufsteigende Accessorius geht sehr häufig Verbindungen ein mit hinteren Wurzeln der Spinalnerven. Meist ist die hintere Wurzel des ersten, selten des zweiten oder dritten Halsnerven an dieser Verbindung betheiligt. Die Verbindung ist entweder nur eine scheinbare, indem eine dem Accessorius innig angelegte hintere Wurzel denselben später wieder verlässt; oder es findet ein bleibender Uebergang in der Weise statt, dass Accessoriusfasern in die hintere Wurzel des ersten Halsnerven gelangen [J. Müller, E. Bischoff]; oder es treten seltene Fäden der hinteren Wurzel peripher in den Accessorius [E. Bischoff]. Holl indessen stellt überhaupt einen Faseraustausch zwischen Accessorius und hinterer Wurzel in Abrede.

Bei seiner Trennung vom Ramus internus erhält der Ramus externus (Fig. 336, 17; 338, 14; 339, 5) einige Fäden vom Ganglion jugulare vagi oder vom Vagus selbst, die peripher in ihm weiter ziehen. Sodann begibt sich der Nerv nach aussen, unten und hinten, um zur inneren Fläche des M. sternocleidomastoideus zu gelangen, diesen zu durchbohren oder auf seiner inneren

Fläche weiter zu dringen. Am hinteren Rand des Muskels zum Vorschein gekommen durchschreitet er die Fossa supraclavicularis und gelangt zum vorderen Rand des M. cucullaris, begibt sich zur Innenfläche des Muskels und versieht ihn mit motorischen Zweigen

Während der R. externus den Sternocleidomastoideus kreuzt oder durchbohrt, sendet er diesem Muskel motorische Zweige (Fig. 339), deren einer zwischen den Muskelbündeln sich constant mit einem Ast des dritten Cervicalnerven verbindet; die Fasern dieses Astes gehen in die Peripherie des Accessorius über; andere Fasern von unbekanntem Schicksal schliessen sich an den Accessoriusstamm in centraler Richtung an [E. Bischoff].

In der Fossa supraclavicularis verbinden sich abermals Fäden aus dem dritten und vierten Halsnerven mit dem Accessoriuskern.

Der Accessorius ist als ein ursprünglich rein motorischer Nerv zu betrachten, dem sich an verschiedenen Stellen (von den hinteren Wurzeln der oberen Halsnerven, vom Vagus in der Gegend des Ganglion jugulare, von den vorderen Aesten des dritten und vierten Halsnerven) sensible Fasern beigesellen können. Die Fasern des Accessorius vagi gehen in die Bahn der Rami pharyngei und laryngei, sowie in die Rami cardiaci des Vagus über.

XII. N. hypoglossus.

Der N. hypoglossus, aus dem Hypoglossuskern entsprungen (S. 402) gelangt mit 10—15 Wurzelfäden im Sulcus lateralis anterior medullae oblongatae zur Oberfläche. Sie treten gewöhnlich zu zwei grösseren Bündeln zusammen, welche getrennt oder vereinigt durch den Canalis hypoglossi (s. Foramen condyloideum anterius) den Duralsack verlassen und eine Duralscheide erhalten. Am inneren Eingang des Kanals ist der Nerv von einem mit den Venen des Sinus occipitalis in Verbindung stehenden Venenkranz umgeben, dem Circellus venosus hypoglossi. Ausserhalb der Schädelbasis liegt er anfangs medianwärts und hinter dem Vagus, schlägt sich aber in der Gegend des Plexus nodosus, an welchen ihn Bindegewebe befestigt, auf die laterale Fläche des Vagus hinüber (Fig. 339), zieht ventral-abwärts, ist dabei vom M. stylohyoideus und digastricus posterior bedeckt, biegt alsdann in sanfter, nach unten convexer Curve (Arcus hypoglossi) nach vorn um, und strahlt auf der Aussenfläche des M. hyoglossus dahinziehend in die Zunge aus. Zur Vena jugularis interna und Carotis interna verhält sich der Nerv im Herabsteigen so, dass er entweder zwischen beiden durchdringt, oder um den hinteren Rand der Vene auf die Aussenseite beider Gefässe gelangt (Fig. 339). Er kreuzt hierauf die äussere Fläche der Carotis externa und die innere der Vena facialis communis, zwischen welchen er nach vorn hindurchtritt.

Der absteigende Theil des Nerven geht mit dem Vagus, den vorderen Aesten der drei ersten Halsnerven und dem oberen Halsganglion des Sympathicus Verbindungen ein, so dass durch sie der ursprünglich motorische Hypoglossus sensible Fasern erhalten kann. Interessant ist in Bezug auf die Entwicklung des Hypoglossus die Thatsache, nicht allein dass er mehreren Spinalnerven homolog ist, sondern dass er auch ursprünglich eine kleine dorsale, mit einem kleinen Ganglion ausgestattete Wurzel besitzt, die beide wieder vergehen [Froriep].

A. Verbindungen des Hypoglossus mit anderen Nerven.

1) Mit dem Ganglion cervicale supremum. Der Faden geht vom Hypoglossus gleich unterhalb des Canalis hypoglossi ab und gelangt zum Ganglion, für welches er einen Ramus communicans zwischen cerebrospinalem und sympathischem System, oder eine Wurzel darstellt;

2) mit dem Plexus nodosus s. Ganglion cervicale vagi, für welche Verbindung dasselbe gilt, was unter 1) gesagt wurde. Dem steht nicht im Wege, dass auch Vagusfasern oder solche des Ganglion durch diesen Ast zum Hypoglossus gelangen; es ist im Gegentheil diese Annahme gut gestützt (s. oben S. 561).

3) Mit der Schlinge der vorderen Aeste der beiden ersten Halsnerven (Ansa cervicalis 1) (Fig. 339, 13; 341). Diese Verbindung besteht aus einem ansehnlichen Faden, der aus Fasern der vorderen Aeste der beiden ersten Halsnerven gebildet wird (Fig. 341, d, d^1, d^2). Ein Theil dieser Fasern geht

Fig. 341.

Fig. 341. Verbindungen des N. hypoglossus mit den Cervicalnerven. (Nach Holl).

XII, N. hypoglossus; I, vorderer Ast des ersten, II, zweiten, III, dritten Cervicalnerven; D, N. cervicalis descendens superior, D^1 N. cervicalis descendens inferior; a, Ast des ersten Cervicalnerven, der mit dem Bündel c centralwärts verläuft, die Fäden r.mi. und r.ma. für die Musc. rectus capitis anticus minor und major entsendet, endlich d und d^1 in absteigender Richtung in den N. cervicalis descendens übertreten lässt. b, Verbindung zwischen erstem und sweitem Cervicalis. e, Verbindung zwischen zweitem und drittem Halsnerven. f.f., Ansa cervicalis profunda, gebildet vom N. cervicalis descendens superior (D) u. inferior (D^1); x, x, x, Zweige für die Unterzungenbeinmuskeln: g, in die periphere Bahn des Hypoglossus gelangendes Bündel des zweiten Cervicalnerven, f—f^1 ebenso des dritten; th, Nerv für den Musc. thyreohyoideus; ge, Nerv für den Musc. geniohyoideus.

im Hypoglossus centralwärts, um ihn grösstentheils wieder zu verlassen und dem M. rectus capitis anticus major und minor motorische Zweige abzugeben; ein kleiner Theil (c) bleibt bei dem Hypoglossus. Der grössere Theil der Fasern des Verbindungszweiges schliesst sich dem Hypoglossus in peripherer Richtung an, betheiligt sich an der Bildung des Ramus descendens hypoglossi (D) und entsendet über diesen hinaus seine Fasern bis zum M. geniohyoideus [Holl].

4) Mit dem Ramus lingualis vagi (s. oben S. 561).

5) Mit Fasern aus den vorderen Aesten des zweiten und dritten Halsnerven (Fig. 341, e, f, f), welche von unten aufsteigen, den Arcus hypoglossi erreichen, zum Theil sich den unter 3) erwähnten Zweigen anschliessen, zum Theil den Ramus descendens hypoglossi s. N. cervicalis descendens superior bilden. Der Ramus descendens hypoglossi (D) enthält hienach keine Hypoglossusfasern, verbindet sich mit dem N. cervicalis descendens inferior (D^1) zu einer auf der Aussenfläche der grossen Halsgefässe gelegenen Schlinge Ansa nervi hypoglossi (Fig. 339, 14, 15; 341 f, f), welche nach unten convex ist und häufig geflechtartige Anordnung zeigt. Aus der Convexität der Ansa entspringen die motorischen Nerven für die Mm. sternohyoideus, sternothyreoideus und den unteren Bauch des M. omohyoideus; der obere Bauch des letzteren Muskels erhält seinen Nerven weiter oben aus dem Ramus descendens selbst. Der Ramus descendens (D) enthält aber auch aufsteigende Fasern (f), welche in peripherer Richtung in den Hypoglossus übertreten, um ihn zur Versorgung der Mm. thyreohyoideus und geniohyoideus wieder zu verlassen und zum Theil selbst in Zungenäste zu gelangen. Der Ramus descendens besteht hienach aus einem Fasciculus descendens (d, d^1, d^2) und ascendens f, f [Holl].

Ein der Ansa hypoglossi entstammender Nervus cardiacus ist selten und möglicherweise als ein in die Hypoglossusbahn gelangter N. cardiacus vagi oder sympathici zu deuten.

6) Mit dem N. lingualis trigemini (s. oben S. 547).

B. Zweige des Hypoglossus.

1) Der Ramus recurrens hypoglossi (s. N. meningeus posterior) entspringt vom Hypoglossus innerhalb des Canalis hypoglossi, dringt theils durch feine Poren in den Knochen, theils zur Wand des Sinus occipitalis. Luschka leitet diesen sowie die unter 2) erwähnten Zweige von der Lingualis-Verbindung des Hypoglossus ab. Sie können aber auch von einer der übrigen Verbindungen abstammen.

2) Rami vasculares, ein oder einige feine Fädchen, welche unterhalb des Canalis hypoglossi vom Stamme abgehen und mit Fädchen aus dem oberen Halsganglion des Sympathicus verbunden zur Vena jugularis interna ziehen.

3) Der Ramus thyreo-hyoideus (Fig. 339, 20; 341 th.) stammt von aufsteigenden Cervicalnervenfasern ab und entwickelt sich von der convexen Seite des Arcus hypoglossi.

4) Dasselbe gilt nach Holl vom Ramus geniohyoideus.

5) Die Rami linguales. Sie sind wesentlich die Fortsetzungen des motorischen Hypoglossus selbst und gelangen von der Aussenfläche des M. hyoglossus aus zu dem M. styloglossus, hyoglossus, genioglossus, lingualis u. s. w. Durch die Verbindung mit dem N. lingualis trigemini werden den Zungenästen des Hypoglossus wahrscheinlich sensible Fasern zugeführt.

V. Rückenmarksnerven (Nervi spinales).

Aus dem Rückenmark nehmen jederseits einunddreissig Rückenmarksnerven, Nn. spinales, (Fig. 342) ihren Ursprung und Austritt. Sie vertheilen sich auf die Rumpfgegenden in der Weise, dass mit Ausnahme des Hals- und Schwanztheiles der Wirbelsäule ebenso viel Spinalnervenpaare gezählt werden, als Wirbel vorhanden sind. Man zählt demnach jederseits 12 Dorsal-, 5 Lumbal- und 5 Sacralnerven, dagegen 8 Hals- und 1 (vielleicht 3) Steissnerven. Das erste Spinalnervenpaar verlässt den Wirbelkanal zwischen dem Hinterhauptsbein und Atlas, das achte zwischen dem siebenten Halswirbel und ersten Rückenwirbel. Die Nervenpaare erhalten demnach am Halstheil ihre Bezeichnung

Fig. 342.

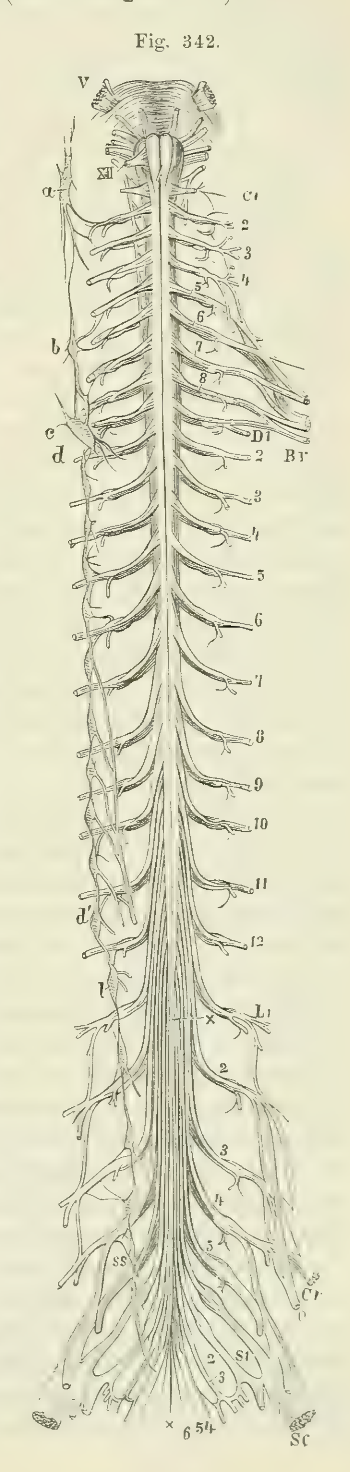


Fig. 342. Rückenmark, oben in Verbindung mit Medulla oblongata und Brücke.

V, fünfter, XII, zwölfter Hirnnerv; C 1 erster Halsnerv, C 2 bis 8, zweiter bis achter Halsnerv; D 1—12, erster bis zwölfter Dorsalnerv; L 1—5, erster bis fünfter Lumbarnerv; S 1 bis 5, erster bis fünfter Sacralnerv; 6, Steissbeinnerv; x, x, Filum terminale des Rückenmarks. Von den Wurzeln L 1 bis x Cauda equina. Br, Plexus brachialis; Cr, Nervus cruralis; Sc, Nervus ischiadicus; O, Nervus obturatorius. Die Anschwellungen, an denen die Zahlen L 3, 4, 5 stehen, sind Spinalganglien. — In der linken Seite der Figur ist der Grenzstrang des Sympathicus dargestellt. a bis ss, seine Ganglien. a, oberstes Halsganglion; b und c, mittleres und unteres Halsganglion; d, erstes, d', letztes Brustganglion; e, erstes Lumbalganglion; ss, oberstes Sacralganglion.

nach dem unteren Wirbel, mit Ausnahme des achten, welcher nicht nach der Wirbelzahl benannt werden kann. Bei den übrigen Spinalnerven wird das jedesmalige Paar benannt nach dem oberen Wirbel. Als ersten Brust- oder Dorsalnerven bezeichnet man hienach denjenigen, welcher zwischen dem ersten und zweiten Brustwirbel austritt; als ersten Lendennerv denjenigen, welcher zwischen dem ersten und zweiten Lendenwirbel austritt. Der dem Intervertebralraum zwischen dem fünften Sacral- und ersten Steissbeinwirbel entsprechende Spinalnerv ist der fünfte Sacralnerv. Sämmtliche Nerven treten hienach intervertebral aus. So erklärt es sich wahrscheinlich, dass ein jedes Spinalnervenpaar Theil nimmt an der Versorgung der beiden benach-

barten Folgestücke (Metameren) des Körpers. Ebenso erklärt sich vielleicht auf diese Weise die so gewöhnliche Erscheinung der Schlingenbildung, vielmehr der Conjugation von Aesten benachbarter Intervertebralnerven. Zugleich werden damit die Wurzelplexus der Extremitätennerven verständlicher, da sie in dieselbe Reihe gehören. Doch kommt hier noch ein besonderer Umstand dazu, welcher darin enthalten ist, dass die Extremitäten je aus Stücken vieler Metameren hervorgegangen sind; worüber, was die Muskulatur betrifft, die schönen Untersuchungen von Dohrn an Haien das meiste Licht verbreitet haben.

Sämmtliche Spinalnerven gehen aus dem Rückenmark mit zwei Wurzeln hervor, die als vordere (ventrale) und hintere (dorsale) bezeichnet werden (Fig. 205, A, B). Beide Wurzeln streben schon innerhalb des Duralsackes einander zu und verlassen ihn, von einfacher oder doppelter Duralscheide umgeben. Die sensible Wurzel schwillt hierauf durch Aufnahme zahlreicher Ganglienzellen zu einem Ganglion an, dem Ganglion spinale s. intervertebrale (Fig. 205, 6'). Die motorische Wurzel bleibt am Aufbau des Ganglion unbetheiligt und zieht, durch Bindegewebe an das Ganglion geheftet und einen Eindruck an ihm bewirkend an seiner medialen Seite vorüber. Jenseits des Ganglion tritt die Mischung der Wurzeln ein. Sie bilden nunmehr einen gemeinschaftlichen gemischten Stamm, welcher alsbald seine Theilungen beginnt. Die erste Theilung bringt einen dickeren ventralen (Ramus ventralis s. anterior) und einen dünneren dorsalen Ast (Ramus dorsalis s. posterior) hervor (Fig. 205, 7, 7'). Diesem Schema folgen alle Spinalnerven und — ein Theil der Hirnnerven.

Die Stärke und Richtung der Wurzeln, die Stärke der Rami ventrales und dorsales, die Länge des gemeinschaftlichen Stammes, die Grösse und Lage des Spinalganglion unterliegen in den einzelnen Rumpfgebieten mancherlei Verschiedenheiten, auf welche erst bei der Betrachtung der einzelnen Nervenabtheilungen einzugehen sein wird. Hier ist von ihnen das Folgende hervorzuheben.

Jede Wurzel, je tiefer sie entspringt, hat einen um so längeren und steileren Weg im Wirbelkanal und zunächst im Duralsack zurückzulegen. Der Austrittsstelle der obersten Halsnerven liegt das zugehörige Intervertebralloch gerade gegenüber; nach dieser Stelle convergiren je die beiden Wurzeln. Allmählich wird der Winkel, welchen die aus dem Rückenmark hervortretenden und absteigenden Wurzeln mit dem Rückenmark bilden, immer kleiner, bis zuletzt an der Cauda equina sämmtliche Wurzeln gerade abwärts zu verlaufen scheinen.

Nach Nuhn's Bestimmungen entspringt der erste Halsnerv in gleicher Höhe mit dem Rande des Hinterhauptloches aus dem Rückenmark, der achte gegenüber dem Dorn des sechsten Halswirbels, der sechste Dorsalnerv zwischen dem Dorn des vierten und fünften Brustwirbels, der zwölfte Dorsalnerv gegenüber dem Dorn des zehnten Brustwirbels, der fünfte Lumbalnerv gegenüber der unteren Hälfte des Dorns des zwölften Brustwirbels, der fünfte Sacralnerv in der Höhe der oberen Hälfte des Dorns des ersten Lendenwirbels.

Die dorsalen Wurzeln sind im Allgemeinen stärker als die ventralen, wie schon Stilling durch Messungen nachgewiesen hat. Eine Ausnahme macht der erste Halsnerv, dessen hintere Wurzel nur etwa die Hälfte des Kalibers der zugehörigen vorderen Wurzel besitzt. Am stärksten sind [nach Stilling] im Gebiete der Halsanschwellung die Wurzeln des sechsten Halsnerven, im Gebiete der Lendenanschwellung die Wurzeln des zweiten Sacralnerven.

Abnormitäten im Austritt von Wurzelbündeln aus dem Rückenmark und in ihrem Verlauf sind nicht allzu selten. So kommen Asymmetrieen vor, welche entweder eine Ausgleichung durch andere Wurzeln erfahren, oder nicht. Ein Wurzelbündel kann zwischen zwei Wurzelbezirken entspringen und sich der benachbarten oberen oder unteren, oder unter Theilung beiden anschliessen. Besonders eigenthümlich sind Wurzelfäden, welche aus einer oberen Wurzel sich ablösen, in eine untere eintreten und in ihr centralwärts ziehen (Ansa centripetalis, Hilbert); oder Wurzelfäden, welche von einer oberen Wurzel anscheinend in centripetaler Richtung abtreten und in centrifugaler Richtung in eine untere umbiegen (Ansa centrifugalis, Hilbert). Erstere Anomalie ist entwicklungsgeschichtlich leicht verständlich, nicht aber letztere, und liegt hier wahrscheinlich die Erklärung darin, dass der von der oberen Wurzel in anscheinend centripetaler Richtung sich ablösende Faden in Wirklichkeit dennoch ein centrifugaler Faden derselben Wurzel ist, der eine Strecke weit in die Peripherie verläuft, dann umbiegt und austritt, um in der unteren Wurzel peripheriewärts weiter zu ziehen.

Die Grösse der Spinalganglien ist im Allgemeinen proportional der Stärke der betheiligten Wurzel, so dass den stärksten Wurzeln die grössten Ganglien, den schwächsten Wurzeln die schwächsten Ganglien entsprechen.

Das Ganglion des N. coccygeus I ist 0,5—2 mm lang und hat seine Lage beständig innerhalb des Duralsackes, bald näher dem oberen, bald näher dem unteren Ende der Nervenwurzel, oder in deren Längsmitte. Auch der letzte Sacralnerv trägt seine Ganglien zuweilen im Duralsack, während alle höher gelegenen Nervenwurzeln ausserhalb des Duralsackes liegen. Hier nehmen sie die Foramina intervertebralia, in den beiden obersten Räumen die seitliche Ecke der Fissura intervertebralis ein. Am Kreuzbein liegen sie natürlich lateralwärts vom Canalis sacralis, in dem Kanal, welcher ventralwärts zu den Foramina sacralia anteriora, dorsalwärts zu den Foramina sacralia posteriora führt.

Wenn der gemischte Stamm der Spinalnerven aus den Intervertebrallöchern hervortritt, ist er meist schon in den Ramus anterior und posterior gespalten. Am Kreuzbein findet die Theilung noch innerhalb der Seitentheile des Canalis sacralis, der Austritt der beiden Aeste durch die Foramina sacralia anteriora und posteriora statt. Die zwei letzten Spinalnervenpaare verlassen den Wirbelkanal durch die von lockerem Fett eingenommene Spalte, welche der seitliche Rand des Lig. sacro-coccygeum posticum mit den Steisswirbelkörpern einschliesst.

Während mit Ausnahme des ersten Paares die hinteren Wurzeln stärker sind als die vorderen, ist es umgekehrt mit der Stärke des Ramus anterior und posterior. Dies begreift sich leicht, da der Ramus anterior weit grössere Gebiete zu versorgen hat. Der Ramus anterior ist also der stärkere; nur am ersten Halsnerven sind beide Aeste etwa gleich; der R. posterior des zweiten aber (des Hinterhauptes wegen) stärker. Die dorsalen Aeste sind für die Rückenhaut, mit genauer, noch zu bezeichnender lateraler Grenze, und für die Rückenmuskeln, mit Ausnahme der Extremitätenmuskeln bestimmt. Die Versorgung der Extremitäten gehört nicht in das Bereich der Rami dorsales; sie gehört vielmehr dem R. ventralis an, welcher auch die Wandung des vegetativen Rohres zu versorgen hat.

Der Ramus anterior entsendet alsbald nach seiner Entstehung einen besonders merkwürdigen Ast, den Ramus intestinalis s. visceralis (Fig. 343 v),

welcher mit dem Sympathicus in Verbindung tritt und von diesem zugleich Faserbündel erhält, welche an ihm zurück zum Spinalnervenstamm laufen. Man nennt diesen Ast gewöhnlich Ramus communicans. Mit Recht kann derselbe auch als dritter Ast des gemeinschaftlichen Stammes bezeichnet werden, welcher demnach in einen Ramus posterior, anterior und visceralis zerfallen würde. Von ihm wird beim Sympathicus ausführlicher die Rede sein.

Fig. 343.

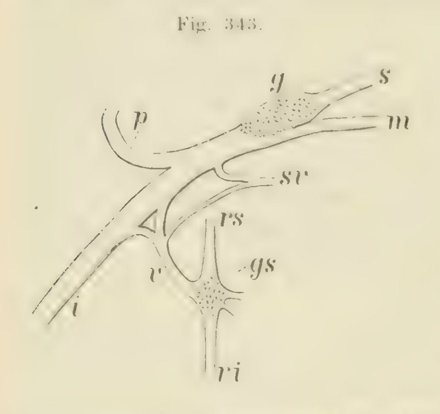


Fig. 343. Schema des Spinalnerventypus. s, Dorsale (sensible) und m, ventrale (motorische) Wurzel. g, Ganglion spinale s intervertebrale. p, Ramus posterior des gemeinschaftlichen Stamms. i, Ramus anterior desselben. v, Ramus visceralis desselben oder Ramus communicans des Sympathicus. gs, Ganglion des Grenzstrangs des Sympathicus. rs, Ramus internodialis superior. ri, Ramus internodialis inferior. sv, Nervus sinu-vertebralis zum Wirbelkanal.

Aber auch aus dem gemeinsamen Stamme des Spinalnerven löst sich ein wichtiges Aestchen ab, welches nicht übersehen werden darf und gleich hier seine Darstellung finden muss. Dieses Aestchen ist der jedem Spinalnervenstamm zukommende N. sinu-vertebralis [Luschka] (Fig. 343, sv). Nachdem dieser aus dem gemeinsamen Stamme entsprungen ist, erhält er einen Zuwachs von Seiten eines Fädchens, welches sich aus dem Ramus communicans gleich nach dessen Entstehung ablöst und dem N. sinu-vertebralis sympathische Fasern zuführt. Der N. sinu-vertebralis setzt sich demnach aus einer spinalen und aus einer sympathischen Wurzel zusammen, und ist dieser spinale Antheil nach Rüdinger aus der sensiblen Wurzel des Spinalnerven abzuleiten. Jeder N. sinu-vertebralis läuft durch das Foramen oder die Fissura intervertebralis zurück in den Wirbelkanal. Wie Rüdinger zeigte, welcher die Nn. sinu-vertebrales einer genauen Untersuchung unterwarf, verhalten sie sich im Wirbelkanale folgendermassen:

Jeder N. sinu-vertebralis theilt sich alsbald nach seiner Zusammensetzung (er besteht aus ungefähr 150 Primitivfasern, 100 sympathischen und 50 spinalen) in zwei ungleich starke Zweige. Der stärkere Zweig zieht im Wirbelkanal, und zwar an der vorderen Wand desselben aufwärts, der schwächere abwärts, und verbindet sich jeder mit dem ihm entgegenkommenden Aste des benachbarten N. sinu-vertebralis, so dass hiedurch jederseits eine Längskette von, auch in allgemeiner Hinsicht nicht unwichtigen Ansae entsteht, welche die Ausdehnung der Wirbelsäule einnehmen. Die convexen Ränder der Schlingen der rechten und linken Seite sehen sich einander entgegen und sind demnach medianwärts gerichtet. Sie liegen dabei in der Nachbarschaft des Lig. longitudinale posticum. Die Schlingen beider Seiten treten aber auch in gegenseitige Verbindung durch feine, in querer Richtung ziehende Fäden, welche zwischen der oberflächlichen und tiefen Schicht des Lig. longitudinale posterius hindurchtreten.

Auch an der hinteren Wand des Wirbelkanals verbreiten sich feine Nerven, welche entweder von den Nn. sinu-vertebrales oder von dem Ramus communicans ausgehen, in ab- und aufsteigende Zweige zerfallen und Verbindungen mit den entsprechenden Nerven der gegenüberliegenden Seite eingehen können. Von dem Eintritt der Nervenzweige in das Foramen intervertebrale bis zum

Ende findet eine nach allen Richtungen verlaufende Verzweigung statt. Knochen, Zwischenwirbelscheiben, Bänder und Gefässe erhalten zahlreiche Fäden; es gelangen aber auch Fäden zu den Rückenmarkshäuten selbst, in Begleitung der bezüglichen Gefässe, nämlich des Ramulus medullae spinalis des Ramus spinalis. Am Brust-, Lenden- und Kreuztheil der Wirbelsäule sind die Verhältnisse der Nn. sinu-vertebrales in allen wesentlichen Stücken übereinstimmend. Im Halstheil bewirkt die Art. vertebralis durch den sie begleitenden Plexus vertebralis eine gewisse Abänderung; es entsenden auch hier die Spinalnerven und die Rami communicantes die bezüglichen, die Nn. sinu-vertebrales bildenden Fäden, doch betheiligt sich auch der Plexus vertebralis selbst an der Versorgung des Wirbelkanals. An allen Orten sind die betreffenden Nerven mehr oder weniger eng von Arterien begleitet, welche aus dem Ramus spinalis der A. intercostalis u. s. w. hervorgehen. Hervorzuheben ist noch, dass die Nervenverbreitung an den Wänden der Schädelhöhle wesentlich denselben Gesetzen folgt; die bezüglichen Nerven sind bereits bei den Gehirnnerven als Rami meningei der drei Aeste des Trigeminus, des Vagus und Hypoglossus beschrieben worden. Auch ihnen gesellen sich sympathische Fäden zu.

Bei der Beschreibung des gemeinsamen Stammes der Spinalnerven ist ferner einer Thatsache zu gedenken, welche mit der Astbildung dieses Stammes in Zusammenhang steht. Von Magendie wurde die Beobachtung gemacht und von Bernard, Schiff u. A. bestätigt, dass der periphere Stumpf einer durchschnittenen vorderen motorischen Wurzel empfindlich ist. Durchschneidung der gleichnamigen hinteren (sensiblen) Wurzel hebt diese Empfindlichkeit (rückläufige Empfindlichkeit, Sensibilité récurrente) auf. Die sensibeln Fasern der motorischen Wurzel stammen hiernach aus der gegenüberliegenden hinteren Wurzel. Von hier aus verlaufen die Fasern wahrscheinlich bis in den vorderen gemischten Ast des betreffenden Nerven, um hier (im Gebiet des Plexus desselben) in die motorische Wurzel umzubiegen und zur Pia zu gelangen [Schiff].

Eine andere Thatsache möge hier zugleich Erwähnung finden, welche nicht im Gebiete des gemeinsamen Stammes, sondern in der Peripherie der Nerven sich geltend macht. Wie die vorhergehende, so ist auch diese Thatsache, ebenfalls rückläufige oder supplirende Empfindlichkeit (Sensibilité supplée) genannt, durch das physiologische Experiment festgestellt worden. Der periphere Stumpf besonders motorischer Nerven (wie des Facialis) zeigt sich empfindlich, um so deutlicher, je mehr peripher die Durchschneidung vorgenommen wurde. Hieraus ist zu folgern, dass im Gebiet der peripheren Verbreitung des motorischen Nerven sensible Fasern auch in centraler Richtung sich der Bahn der motorischen Nerven anschliessen, um ihn später wieder zu verlassen.

Kehren wir wieder zu dem gemeinsamen Stamm der Spinalnerven und zu dem Ramus dorsalis, ventralis und visceralis derselben zurück, so ist a) von den dorsalen Aesten in allgemeiner Hinsicht zu erwähnen, dass sie bei ihrer peripheren Verbreitung sich im Ganzen innerhalb der Grenzen des ihnen entsprechenden Körpersegmentes halten. Eine bedeutende Ausnahme findet sich im oberen Halstheil; der Ramus dorsalis des zweiten Halsnerven, der Nervus occipitalis major, verbreitet sich als sensibler Nerv über den Hinterkopf bis in die Scheitelgegend.

Wichtig ist für die Auffassung der dorsalen Aeste der Spinalnerven ferner der Umstand, dass Verbindungen zwischen Zweigen der hinteren Aeste be-

sonders im Hals und im Sacralgebiet zu den regelmässsigen Erscheinungen gehören.

b) Die ventralen oder vorderen Aeste der Spinalnerven zeigen Verbindungen unter sich in noch höherem Grade als die hinteren. Theilweise ist diese Erscheinung begründet in der Gegenwart der Extremitäten, welche ihre Nerven ausschliesslich von ventralen Aesten erhalten. Allein die Extremitäten sind nicht die nächste Ursache der Verbindungen, vielmehr benützen dieselben eine bereits bestehende Einrichtung und bringen sie zu grösserer Ausbildung. Die Einrichtung der Verbindungen zwischen benachbarten Rami ventrales ist auch ausserhalb des Gebietes der Extremitätennerven vorhanden, und sowohl im oberen Halstheil als im unteren Sacraltheil in vorzüglicher Weise ausgebildet. Im grösseren Theil der Brustwirbelsäule dagegen fehlen in der Regel jene Verbindungen. Dieser Mangel der Verbindung ist aber nicht als das Gesetz des ganzen Spinalsystems, sondern als dessen Ausnahme zu betrachten. Das Gesetz ist vielmehr mit besserem Grunde darin zu erblicken, dass die Spinalnerven, durch ihre vorderen und hinteren Aeste, sei es in der Nachbarschaft des Ursprungs, sei es im Gebiete der peripheren Bahn, mit benachbarten Spinalnerven in Verbindung treten. Hiezu werden sie veranlasst durch den an den dorsalen Nervenwurzeln stark ausgesprochenen asegmentalen, d. h. das centrale Segment nach auf- und abwärts überschreitenden Ursprung (s. oben S. 334), und den intervertebralen Austritt der Nerven; vielleicht auch durch die intervertebrale Lage der gesammten Neuromeren.

Im Ganzen können beim Menschen jederseits zwei grosse Plexus der ventralen Aeste unterschieden werden, welche durch den mittleren Dorsaltheil von einander getrennt sind. Ihre stärkste Entwicklung findet im Gebiet der Extremitäten statt.

Der obere Rumpfplexus, Plexus cervico-brachialis, besteht aus der Verbindung der ventralen Aeste sämmtlicher Halsnerven und des ersten Brustnerven, nebst einem Antheil des zweiten Brustnerven. Nach oben steht er mit Kopfnerven in Verbindung. Der untere Rumpfplexus, Plexus lumbo-sacralis, schliesst die ventralen Aeste sämmtlicher Lumbal- und Sacralnerven und des N. coccygeus ein, steht aber nach oben mit dem letzten Brustnerven in Verbindung.

Der obere Rumpfplexus zerfällt in den aus den Ventralästen der vier oberen Halsnerven hervorgehenden Plexus cervicalis im engeren Sinne; dieser nimmt an der Versorgung der oberen Extremität keinen Antheil; und in den Plexus brachialis, welcher aus den Ventralästen der vier unteren Halsnerven und des ersten Brustnerven hervorgeht und die obere Extremität versorgt.

Der untere Rumpfplexus theilt sich in den Plexus lumbalis, Plexus ischiadicus, Plexus pudendo-haemorrhoidalis und Plexus coccygeus. Die beiden ersteren geben ausser Zweigen für die Bauchwand die Nerven für die untere Extremität ab.

I. Nervi cervicales.

Die Halsnerven bestehen aus acht Paaren. Das erste Halsnervenpaar verlässt den Wirbelkanal zwischen dem Hinterhauptsbein und Atlas, die folgenden zwischen je zwei Halswirbeln, das achte zwischen dem letzten Hals- und ersten Brustwirbel. Am ersten Halsnerven ist die vordere Wurzel stärker als die hin-

tere, bei den übrigen ist die hintere Wurzel die mächtigere. Die Halsnerven nehmen an Stärke bis zum sechsten einschliesslich zu, welcher der mächtigste ist; von hier an nehmen sie ab, und setzt sich diese Abnahme auf die Dorsalnerven fort.

Wir betrachten zuerst die hinteren Aeste der acht Halsnerven; darauf die vorderen; letztere werden in zwei Abtheilungen zerlegt, in die vorderen Aeste der vier oberen und in die der vier unteren Halsnerven; erstere bezeichnet man als Plexus cervicalis, letztere in Verbindung mit dem oberen stärkeren Theil des Ramus ventralis des ersten Dorsalnerven als Plexus brachialis.

Noch bevor die Theilung des Nervenstammes in den hinteren und vorderen Ast sich vollzieht, in unmittelbarer Nähe des Ganglion spinale, werden von dem gemeinschaftlichen Stamm der Spinalnerven die spinalen Bestandtheile der Nn. sinu-vertebrales abgegeben. Vergl. über dieselben und ihre Besonderheiten am Halstheil S. 572.

A. Hintere Aeste der acht Halsnerven.

Der N. cervicalis primus s. N. suboccipitalis liegt nach dem Austritt aus dem Wirbelkanal in dem Sinus atlantis, unter der A. vertebralis. Noch in dem Sinus atlantis zerfällt er in zwei nahezu gleichstarke Aeste, die fast rechtwinkelig auseinander weichen. Der hintere Ast verzweigt sich im Gegensatz zu den hinteren Aesten der folgenden Spinalnerven ausschliesslich in Muskeln, und zwar in dem Rectus capitis posticus major und minor, sowie in dem Obliquus superior und inferior. Durch einen den Obliquus inferior durchbohrenden Ast anastomosirt er zuweilen mit dem hinteren Ast des zweiten Cervicalnerven. Solche Anastomosen kommen auch, wie oben angedeutet, zwischen den hinteren Aesten der folgenden Nerven vor; sie gaben Cruveilhier Veranlassung zur Aufstellung eines Plexus cervicalis posterior und sind nicht ohne allgemeine Bedeutung.

Der vordere Ast des ersten Cervicalnerven läuft in dem Sinus atlantis, unter der A. vertebralis zuerst zur Wurzel, dann zur Vorderfläche des Querfortsatzes, wird hier vom M. rectus capitis lateralis bedeckt, versorgt diesen Muskel, den Rectus capitis anticus minor und den obersten Theil des Rectus capitis anticus major, und verbindet sich mit dem vorderen Ast des zweiten Halsnerven zur Ansa cervicalis prima. Hiezu kommen noch Verbindungsäste zum Hypoglossus, Ganglion cervicale supremum und Plexus vertebralis. Doch es werden die vorderen Aeste der vier oberen Halsnerven, die man nach dem Obigen als Plexus cervicalis zusammenfasst, unter B. im Zusammenhang beschrieben werden.

Der N. cervicalis II theilt sich nach seinem Austritt aus dem Wirbelkanal an dem lateralen Rande des M. obliquus capitis inferior in seine beiden Aeste. Der hintere Ast, am N. cervicalis II der stärkere, schlägt sich um den Rand des genannten Muskels nach hinten und gelangt zwischen die kurzen Drehwirbelmuskeln und den M. biventer-complexus (s. semispinalis capitis); er theilt sich in drei Zweige, einen aufsteigenden, einen absteigenden und einen in aufwärts concavem Bogen die Fortsetzung des Stammes darstellenden Zweig. Der aufsteigende Zweig versorgt den M. trachelomastoideus (s. Complexus minor, Longissimus capitis), zuweilen auch den Obliquus superior und inferior, verläuft

zu dem M. splenius und sendet am medialen Rand des letzteren einen nicht ganz beständigen Hautast zur Hinterhauptsgegend. Der absteigende Zweig dringt in die Zacken des Semispinalis capitis und anastomosirt mit dem hinteren Ast des Cervicalis III. Der Hauptast, N. occipitalis major, durchbohrt den Semispinalis capitis und die Trapezius-Sehne; er gelangt dadurch in der Gegend der Linea nuchae superior, 2—3 cm von der Medianlinie entfernt, unter die Haut. Hier plattet er sich ab, theilt sich wiederholt in spitzwinkelig auseinanderweichende Zweige und verzweigt sich bis zum Scheitel, selbst bis zur Sutura coronalis [Cruveilhier]. Seine Durchtrittsstelle zur Haut fällt bald mit derjenigen der A. occipitalis zusammen, bald schlägt ein abgetrenntes Bündel einen selbständigen Weg ein, um sich wieder mit dem Stamme zu vereinigen, oder getrennt zu bleiben. Auch der weitere Verlauf der Zweige erfolgt zum Theil in Begleitung der Aeste der A. occipitalis. Häufig geht der Nerv noch eine Verbindung ein mit dem aus dem vorderen Ast des dritten Halsnerven entsprungenen N. occipitalis minor. Dass der Ramus posterior des Cervicalis I keinen, derjenige des Cervicalis secundus einen so mächtigen Hautast abgibt, hat sein Sonderbares. In vergleichend-anatomischer Ausdrucksweise zu sprechen, hat die Nachbarschaft des Kopfes mit der Entfaltung der Hinterhauptsregion an ihm (dem N. occipitalis major) Modificationen hervorgerufen. Der N. occipitalis major kann selbst das Versorgungsgebiet des N. occipitalis minor theilweise noch übernehmen und damit lateralwärts bis hinter das Ohr gelangen. Diese Varietät wird verständlich durch die genannte Anastomose zwischen beiden Nerven. Es ist aber auch eine Anastomose zwischen dem Ramus posterior des N. cervicalis I und II vorhanden; so wird auch die Uebernahme des Hautgebietes des ersteren durch den zweiten verständlich.

Der vordere Ast des zweiten Halsnerven liegt an der lateralen Fläche der A. vertebralis, an der medialen des M. intertransversarius posterior I und erscheint seitlich von den Ursprüngen des M. rectus capitis anticus major (s. Longus capitis) an der Vorderfläche der Wirbelsäule.

Am N. cervicalis III und den folgenden findet die Theilung des Stammes in den hinteren und vorderen Ast noch innerhalb des Foramen intervertebrale statt. Der vordere Ast tritt zwischen dem M. intertransversarius anticus und posticus hervor, der hintere zieht an der concaven lateralen Fläche des Processus articularis superior nach hinten. Die hinteren Aeste, nicht zu verwechseln mit den hinteren Wurzeln, nehmen vom dritten bis achten Halsnerven an Stärke ab.

Am lateralen Rand des M. semispinalis cervicis theilen sich die hinteren Aeste des dritten und der folgenden Halsnerven in zwei typische Zweige, den Ramus lateralis und den Ramus medialis.

Die Rami laterales versorgen ausschliesslich Muskeln, und zwar dienen sie zur Innervation der Mm. splenius, trachelomastoideus, transversalis cervicis und cervicalis ascendens.

Die Rami mediales (s. musculo-cutanei) enthalten theils Muskel- theils Hautäste. Sie gelangen (N. Cervicalis III—V) zwischen dem M. semispinalis cervicis und capitis, oder (Cervicalis VI—VIII) durch den M. semispinalis und mit Durchbohrung des Splenius und Trapezius unter die Haut, dicht neben den Wirbeldornen (Fig. 344, 3' bis 3'). Auf diesem Wege geben sie Fäden ab an

die Mm. multifidus, semispinalis cervicis und capitis, sowie zu den Mm. interspinales. Vom Hautzweig des dritten Halsnerven ist hervorzuheben, dass er neben einem horizontalen auch einen **aufsteigenden** Faden (Ramus occipitalis) entsendet und hierin durchaus an die Hautzweige des hinteren Astes des N. Cervicalis II erinnert; nur ist letzterer bedeutend stärker. Der Ramus occipitalis des Cervicalis III kann selbständig verlaufen; er durchbohrt in diesem Falle medianwärts vom N. occipitalis major, neben dem Ligamentum nuchae die Trapeziussehne, breitet sich in der Haut oberhalb der Protuberantia occipitalis externa aus und geht hier Verbindungen ein mit dem N. occipitalis major. In anderen Fällen vereinigt er sich schon in der Tiefe der Nackenmuskulatur mit dem Occipitalis major. Ist er selbständig entwickelt, so wird er N. occipitalis tertius s. minimus genannt (Fig. 344, 3'; der horizontale Hautast ist nicht gezeichnet).

Fig. 344.

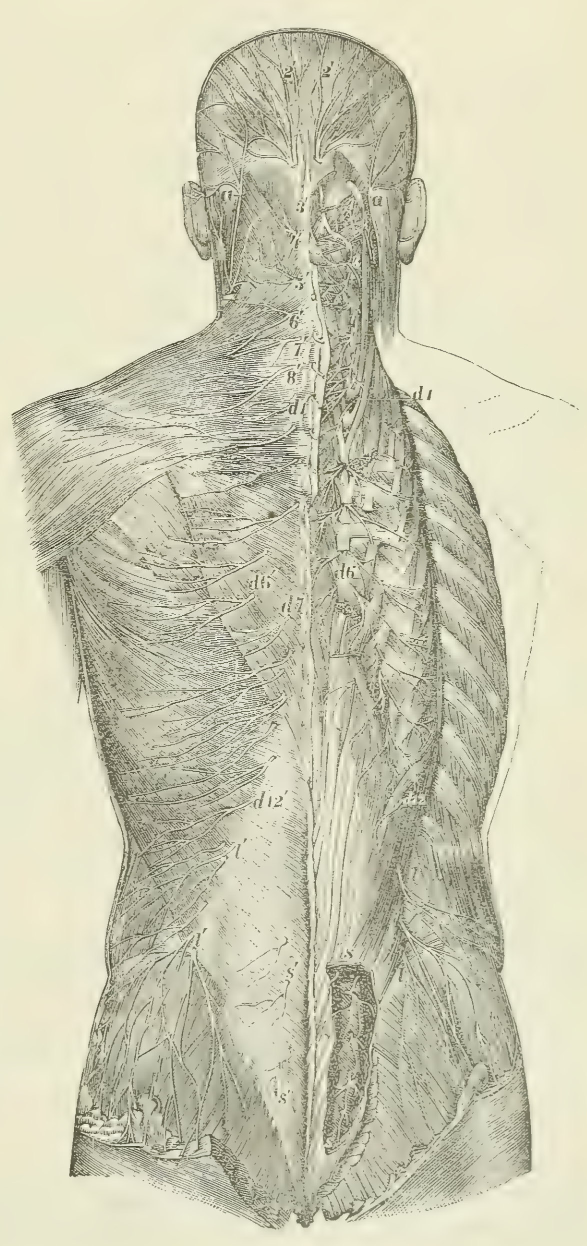


Fig. 344. Uebersicht über die Verbreitung der dorsalen Aeste sämmtlicher Rückenmarksnerven. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^1/_5$.

Links sind die Hautäste, rechts die Muskeläste dargestellt.
a, N. occipitalis minor aus dem Plexus cervicalis. 1, Hinterer Ast des ersten Halsnerven, 2, N. occipitalis major; 2', seine Ausbreitung am Hinterhaupt; 3, lateraler Zweig des hinteren Astes vom dritten Cervicalnerven; 3' dessen medialer Zweig (N. occipitalis tertius); 4', 5', 6', 7', 8' mediale Zweige der dorsalen Aeste der gleichzifferigen Halsnerven; auf der rechten Seite ihre lateralen (Muskel-) Zweige d, 1, d 6, d 12, laterale Zweige der dorsalen Aeste der Dorsalnerven (rechts); d 1', d6', d 7', d 12', Hautzweige (mediale) der dorsalen Aeste der Dorsalnerven (links); l, l, l', l', laterale Zweige der dorsalen Aeste der Lumbalnerven (der drei oberen); s, s, dorsale Aeste der Sacralnerven, durch Schlingen unter einander verbunden; s', s' einige Hautzweige derselben auf der linken Seite.

Die laterale Grenze des Verbreitungsgebietes der Hautäste der Rami dorsales aller Spinalnerven wird durch eine Linie bezeichnet, welche laterale Grenzlinie des hinteren sensiblen Verästelungsgebietes des Kopfes und Stammes genannt wird und später im Ganzen in's Auge gefasst werden soll. Sie folgt im oberen Nackengebiet wesentlich dem lateralen Trapeziusrand, ohne denselben im unteren Theil zu erreichen. Hier erstreckt sie sich bloss bis zur Gegend des Acromion.

B. Vordere Aeste der acht Halsnerven.

1) Die vorderen Aeste der vier oberen Halsnerven: Plexus cervicalis.

Der Plexus cervicalis wird durch die anastomotischen Aeste hervorgebracht, welche die vorderen Aeste der vier oberen Halsnerven einander zusenden. Diese Verbindungsäste bilden zwischen den einzelnen Rami anteriores s. ventrales lateralwärts convexe Schlingen (Fig. 345, I—IV), Ansae cervicales. Die durch diese Schlingen miteinander verbundenen vier Rami ventrales bilden den Plexus cervicalis. Diese Schlingen sind, wie bereits angegeben wurde, nicht auf die oberen Halsnerven beschränkt; sie setzen sich sogar cerebralwärts fort, wie daraus hervorgeht, dass der Ramus ventralis des ersten und zweiten Halsnerven mit dem Hypoglossus Verbindungen eingeht.

Zwischen dem Ramus ventralis des ersten und zweiten, sowie des zweiten und dritten Halsnerven besteht die Schleife in der Regel aus einem dünnen einfachen Faden, welcher am vorderen Rand des Rectus capitis lateralis (1. Schleife) und des Intertransversarius posticus (2. Schleife) von den vorwärts laufenden Nerven rechtwinkelig abgeht. Vom dritten zum vierten Ramus ventralis läuft meist ein starker oder in mehrere parallele, geflechtartig unter einander verbundene Fäden zerfallener Nervenstrang ab- und seitwärts. Zwischen dem vierten und fünften fehlt die Ansa häufig, aber sie pflegt alsdann durch Verbindungsäste vertreten zu werden, die der Ramus ventralis V Aesten des vierten, sei es dem N. phrenicus oder einem Supraclavicularnerven, zusendet. In Fig. 345 ist nicht allein eine solche Verbindung, sondern selbst noch der gewöhnliche Ansa-Ast vorhanden. Geht man von den Nervenwurzeln aus (Fig. 345), so erkennt man lateralwärts vom Ganglion spinale die Spaltung in den Ramus dorsalis (p2 u. ps) und Ramus ventralis. Der Ramus ventralis II und III geben nun auf- und abwärts je einen Ast ab; mit dem aufsteigenden Ast helfen sie die nächste proximale, d. h. hirnwärts, dem vorderen Leibesende näher gelegene Schlinge bilden, mit dem absteigenden Ast die nächste distale, d. h. vom vorderen Leibesende entferntere. Der Ramus ventralis I dagegen entsendet einen absteigenden Ast zur Bildung der ersten Schlinge, die auch Ansa atlantis genannt wird; sein aufsteigender Ast wird durch jenen kurzen Verbindungsfaden hergestellt, den er nebst einem Faden des Ramus ventralis II an den Hypoglossus entsendet.

Der Plexus cervicalis liegt zur Seite der oberen Halswirbel, vor den Muskeln, welche von den hinteren Höckern der Querfortsätze ihren Ursprung nehmen. Er ist bedeckt vom oberen Theil des M. sternocleidomastoideus.

Die aus dem Plexus cervicalis hervorgehenden Aeste werden eingetheilt 1) in Verbindungszweige mit benachbarten Hirnnerven oder mit dem Sympathicus und 2) in periphere

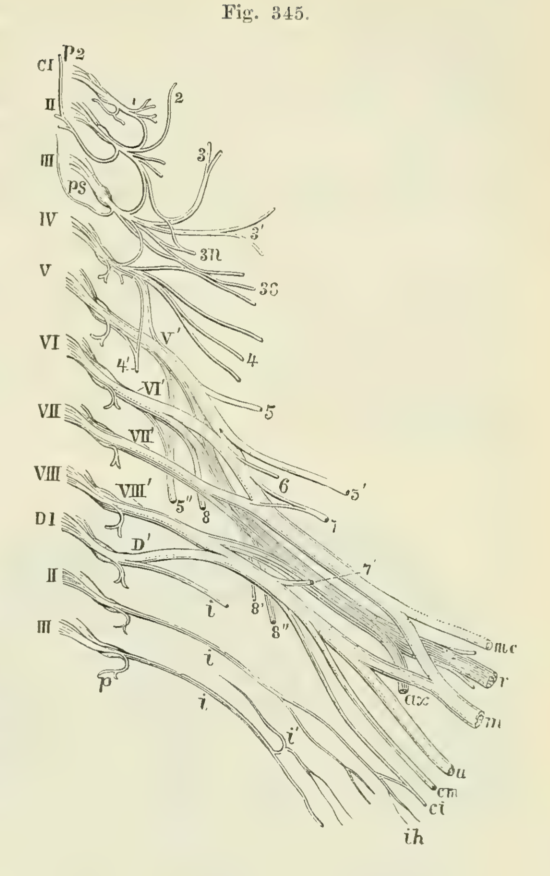


Fig. 345. Schematische Uebersicht über die Anordnung des Plexus cervicalis und brachialis und ihrer Verästelungen. 1/3.

C I bis VIII, Wurzeln der Halsnerven; D I bis III, Wurzeln der drei ersten Dorsalnerven; p, p, dorsale Aeste, p2 des zweiten, ps des dritten Halsnerven. *Plexus cervicalis*: 1, Ansa cervicalis I und ihre Zweige; 2, N. occipitalis minor, ausnahmsweise aus dem zweiten Halsnerven; 3, N. auricularis magnus; 3', N. cervicalis superficialis; 3n. Communicationszweig mit dem N. accessorius; 3s, N. cervicalis descendens inferior; 4, Nn. supraclaviculares; 4', N. phrenicus; V', VI', VII', VIII' D' die fünf Wurzeln des *Plexus brachialis;* 5, N. dorsalis scapulae; 5' N. suprascapularis; 5'', N. thoracicus longus; 6, N. subclavius; 7, 7', Nn. pectorales; 8, 8' 8'' Nn. subscapulares; mc, N. musculocutaneus; r. N. radialis; m, N. medianus; ax, N. axillaris; u, N. ulnaris; cm, N. cutaneus medius; ci, N. cutaneus medialis; i h, N. intercosto-humeralis; i, i, i. Intercostalnerven; i' äusserer Ast des dritten Intercostalnerven.

Zweige, unter welchen wieder Haut- und Muskelzweige zu unterscheiden sind. Auch die peripheren Zweige können wieder Verbindungen mit Hirnnerven eingehen.

A) Verbindungszweige.

1) Verbindungszweige des Ramus ventralis mit dem Accessorius spinalis, vor dem Eintritt in den Sternocleidomastoideus (s. oben S. 565).

2) Die Verbindungszweige der Ansa I und II zum N. hypoglossus.

3) Ein Verbindungsfaden des Ramus ventralis I zum Plexus vertebralis im Canalis intertransversarius [Luschka].

4) Die Rami communicantes mit dem Grenzstrang des Sympathicus. Die Verbindungszweige der drei oberen Halsnerven treten mit dem Ganglion cervicale supremum, der vierte mit dem Zwischenstrang zwischen dem oberen und mittleren Halsganglion, oder mit letzterem selbst in Verbindung. Der erste und zweite Ramus communicans entspringen aus dem Ramus ventralis selbst, die folgenden aus den Ansae.

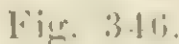
5) Ein Verbindungsfaden zum Ganglion cervicale vagi [Krause, Sappey].

B) Periphere Zweige.

a) **Hautäste.**

1) N. occipitalis minor (Fig. 346, 11). Er stammt meistens aus der Ansa secunda, zuweilen aus dem Ramus ventralis II selbst, und kommt am hinteren Rand des M. sternocleidomastoideus, oberhalb der Mitte desselben

zum Vorschein. Hinter diesem Rande auf dem Splenius capitis steil aufwärts ziehend erreicht er die Insertionssehne des Kopfnickers, kreuzt dieselbe und spaltet sich meist in zwei Hauptäste. Mit diesen versorgt er die Haut über dem Processus mastoideus, sowie in der lateralen Hinterhauptsgegend bis zum Ohr. Sein Ramus posterior verbindet sich mit Zweigen des N. occipitalis major, der Ramus anterior mit Zweigen des N. auricularis magnus. Die Theilung in beide Hauptäste kann auch schon sehr frühzeitig erfolgen, so dass ein doppelter Occipitalis minor vorzuliegen scheint (Fig. 324, 30 und 31). Der vordere, meist feinere heisst alsdann N. occipitalis minor secundus; er zieht in die Gegend des Processus mastoideus. Besondere Zweige des Occipitalis minor sind: 1) ein Faden zum N. accessorius, der noch vor dem Hervortreten des Occipitalis minor unter dem Kopfnicker abgegeben wird; 2) dorsale Fäden für die Haut zwischen vorderem Trapezius- und hinterem Kopfnickerrand.



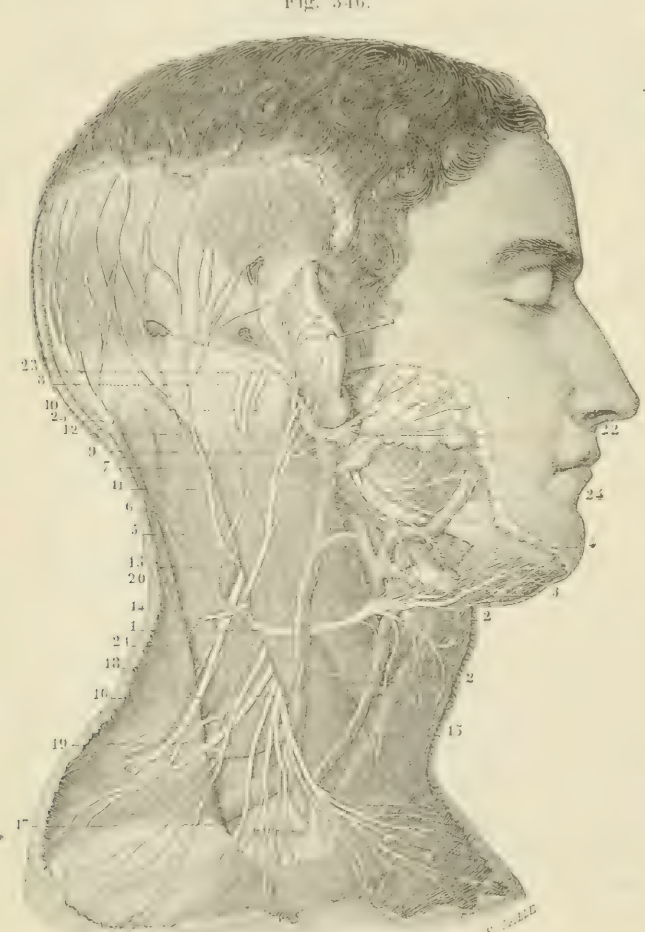


Fig. 346. Hautnerven des Plexus cervicalis. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^{1}/_{3}$.

Haut und Platysma sind entfernt. 1, N. cervicalis superficialis; 2, seine absteigenden, 3, seine aufsteigenden Zweige; 4, Ansa cervicalis superficialis, d. h. Verbindung des N. cervicalis superf. mit dem Facialis; 5, N. auricularis magnus; 6, Fäden zum Gesicht; 7, Zweig zur Haut des Ohrläppchens; 8, die Ohrmuschel durchbohrender Zweig; 9, hinterer Ohrast des N. auricularis magnus; 10, Verbindungszweig zum Ramus auricularis posterior des Facialis; 11, N. occipitalis minor 12, sein Verbindungszweig mit d. N. occipitalis major; 13, N. occipitalis minor secundus; 14, dessen hintere Aeste; 15, Nn. supraclaviculares anteriores; 16, 17, Nn. supraclaviculares medii; 18, N. supraclaviculares posteriores; 19, N. cucullaris; 20, N. accessorius spinalis; 21, Ast zum Levator scapulae aus dem Plexus cervicalis; 22, Stamm des Facialis; 23, Ramus auricularis posterior des Facialis; 24, N. subcutaneus colli superior vom Facialis; 25, N. occipitalis major.

2) Der N. auricularis magnus (Fig. 345, 3; 346, 5) kommt nahe unterhalb des Occipitalis minor am hinteren Rand des Kopfnickers zum Vorschein, ist gewöhnlich der stärkste Ast des Plexus cervicalis und entsteht aus dem Ramus ventralis III. Er tritt sofort auf die äussere Fläche des Kopfnickers und zieht hinter der Vena jugularis externa, anfangs noch vom Platysma bedeckt,

auf- und vorwärts in der Richtung zum Ohrläppchen. In der Höhe des Angulus mandibulae theilt er sich in einen vorderen und hinteren Endast. Der Ramus anterior s. facialis (Fig. 346, 6 u. 7) gelangt theils zur Haut der Regio parotideo-masseterica, theils zur hinteren Hautfläche des Ohrläppchens, theils in die Haut der concaven Fläche der Ohrmuschel, indem feine Fädchen den Ohrknorpel durchbohren. Der stärkere Ramus posterior verzweigt sich an der hinteren Haut der Ohrmuschel, sowie in der hinter und über dem Ohre gelegenen Haut. Hier verbindet er sich mit Fäden des Occipitalis minor und Auricularis posterior des Facialis.

3) Der N. cervialis superficialis s. subcutaneus colli (Fig. 345, 3'; 346, 1) geht meist aus dem Ramus ventralis III, seltener aus der Ansa II hervor. Dicht unterhalb des Auricularis magnus zieht er, vom Platysma bedeckt, in fast horizontaler Richtung über die äussere Fläche des Kopfnickers nach vorn gegen das Zungenbein. Er wird in seinem anfänglichen Verlauf von der oberflächlicher liegenden Vena jugularis externa gekreuzt, die von ihm einige Fädchen erhält. Hierauf theilt er sich in einen oberen und unteren Ast.

Der obere stärkere Ast, *N. subcutaneus colli medius*, ist die Fortsetzung des Stammes und gibt aufsteigende Zweige ab (Fig. 346, 3), die das Platysma durchbrechen und die Haut der Regio suprahyoidea versorgen. Einer dieser Fäden bildet mit einem absteigenden Zweig des Subcutaneus colli superior des Facialis (s. S. 553) eine vom Platysma bedeckte, vor- und medianwärts convexe Schlinge, die *Ansa cervicalis superficialis*, Langer, (Fig. 346, 4). Dieselbe führt Facialisfasern in untere Theile des Platysma, welches allein vom Facialis seine motorischen Zweige erhält [Sappey].

Der untere Ast, *N. subcutaneus colli inferior*, ist entweder ein einziger Stamm, oder besteht aus mehreren, an verschiedenen Stellen absteigenden Zweigen (Fig. 346, 2, 2). Sie durchbrechen das Platysma und versorgen die Haut der Regio infrahyoidea bis zum unteren Halsrand. Er tauscht nicht selten mit dem Occipitalis minor die Abgabe jener feinen Rami dorsales um, welche die hinter dem Kopfnicker gelegene, auf den vorderen Trapeziusrand übergreifende Hautzone versorgen (s. oben S. 578).

4) Die Nn. supraclaviculares (Fig. 345, 4; 346, 15–18). Das an Anzahl der Aeste variable Bündel der Supraclavicularnerven geht aus dem Ramus ventralis IV hervor nnd kommt am hinteren Rand des Kopfnickers dicht unterhalb des Subcutaneus colli in einer aufeinanderfolgenden Reihe von Zweigen zum Vorschein. Von dieser Stelle aus strahlen die Zweige in absteigender Richtung theils nach vorn, theils nach hinten, theils lateralwärts aus, überschreiten in der Fossa supraclavicularis die Aa. cervicalis superficialis und transversa colli, den M. omohyoideus, den Plexus brachialis und die A. subclavia, werden dagegen ihrerseits vom Platysma bedeckt, welches sie nur als feinere Aeste durchbohren. Den weiten Raum einnehmend, welcher sich von der Incisura jugularis bis zum Acromion erstreckt, verlassen sie endlich die untere Halsgrenze und treten in drei Gruppen geordnet über die vordere Fläche des Schlüsselbeins zur Haut der Brust und Schulter. Die vordere Gruppe, Nn. supraclaviculares anteriores s. suprasternales s. sternales (Fig. 346, 15) ist gewöhnlich durch einen stärkeren Nerven dargestellt, welcher in eine Reihe von acht bis zehn Fäden zerfährt. Sie ziehen über das untere Endstück

der Vena jugularis und die Portio clavicularis des Kopfnickers, überschreiten das Sternalende der Clavicula und versorgen die Haut vor den Seitentheilen des Manubrium sterni und vor den medialen oberen Theilen des Pectoralis major. Von den benachbarten Aesten treten Fädchen zum Sternoclaviculargelenk [Rüdinger].

Die mittlere Gruppe, Nn. supraclaviculares medii s. rami claviculares, besteht meist aus drei Nerven, welche in der Fossa supraclavicularis leicht auseinanderweichend abwärts ziehen, die Mitte des Schlüsselbeins in der Nähe des vorderen Trapeziusrandes überschreiten und sich in der Haut der lateralen oberen Brustgegend bis zur vierten Rippe verzweigen. Einer dieser Zweige durchbohrt zuweilen die Clavicula, um zur Brusthaut zu gelangen.

Die hintere Gruppe, Nn. supraclaviculares posteriores s. supraacromiales (Fig. 346, 18), besteht meist aus einem Nerven, welcher zwischen Kopfnicker und Trapezius nach hinten herabsteigt, den vorderen Rand des Trapezius überschreitet und sich früher oder später in zwei absteigende Zweige theilt. Der vordere derselben versorgt die den vorderen Theil des Deltoides bis herab zur Pectoralissehne bedeckende Haut; der hintere dagegen, Ramus superficialis scapulae, zieht zur Haut der Acromialgegend. Aus der hinteren Gruppe zweigt sich ein, öfters auch selbständig entspringender motorischer Faden ab, welcher sich mit dem Accessorius verbindet und zum Trapezius zieht.

b) **Muskeläste des Plexus cervicalis.**

1) Zweige für die tiefen vorderen Halsmuskeln.

Aus dem Ramus ventralis I entspringt der Zweig für den *M. rectus capitis lateralis*, den *Rectus capitis anticus minor* und die oberste Zacke des *Rectus capitis anticus major*.

Der Plexus cervicalis versorgt mit Zweigen aus dem Ramus ventralis II, III und IV die drei oberen Paare der Mm. intertransversarii.

Der *Rectus capitis anticus major* erhält, ausser dem bereits erwähnten Faden aus dem Ramus ventralis I für die erste Zacke, für jede folgende Zacke einen Faden aus dem zugehörigen Ramus ventralis, die unterste (vierte) Zacke hiernach aus dem Ramus ventralis IV.

Die für den *Longus atlantis* bestimmten Zweige stammen aus dem Ramus ventralis II—IV; die für den oberen Theil des *Longus colli* bestimmten aus dem Ramus ventralis III und IV.

Zweige für die oberen Zacken des *Scalenus medius* stammen aus dem Ramus ventralis III und IV, der Zweig für die oberste Zacke des *Scalenus anticus* aus dem Ramus ventralis IV.

Zweige für den *Levator scapulae* (Fig. 346, 21) werden vom Ramus ventralis II und III geliefert.

2) Der N. cervicalis descendens inferior (Fig. 341, D¹) ist bereits unter den Verbindungen mit dem Hypoglossus erwähnt worden (S. 568). Er entsteht aus Fäden des R. ventralis II und III, selten auch IV, die sich unter spitzem Winkel zu einem Stämmchen vereinigen (Fig. 339, 14). Dieses zieht vor der Vena jugularis interna, bedeckt vom M. sternocleidomastoideus medianabwärts, um sich oberhalb der Zwischensehne des M. omohyoideus mit dem N. cervicalis descendens superior (Ramus descendens hypoglossi) zur Ansa hypoglossi s. Ansa cervicalis profunda zu vereinigen.

3) Der Ramus sternocleidomastoideus (Fig. 339) stammt aus dem Ramus ventralis III und geht innerhalb des Muskelfleisches eine constante Verbindung mit dem Accessorius ein, in welchem die Fasern des dritten Halsnerven grösstentheils peripher verlaufen, während andere von unbekanntem Schicksal sich an den Accessorius in centraler Richtung anschliessen [Bischoff].

4) Der Ramus cucullaris (Fig. 346, 19), ein ansehnlicher Nerv, geht vorzugsweise aus dem Ramus ventralis IV, theilweise aber auch aus dem R. v. III hervor und erscheint häufig als ein Bestandtheil der Nn. supraclaviculares. Dicht unterhalb des N. accessorius am hinteren Rand des Kopfnickers zum Vorschein kommend, zieht er parallel dem Accessorius durch die Fossa supraclavicularis zum Trapezius, welcher von ihm gemeinschaftlich mit ersterem Nerven versorgt wird. Beide Nerven können sich dabei plexusartig miteinander verbinden.

5) Der N. phrenicus, Zwerchfellnerv. Er entspringt entweder ausschliesslich oder mit der Mehrzahl seiner Fasern aus dem Ramus ventralis IV. In letzterem Fall gibt entweder der Ramus ventralis III oder V eine feinere zweite Wurzel ab. Selbst der Ramus ventralis VI entsendet in seltenen Fällen eine feine Wurzel Fasern des Ramus ventralis III zu dem Phrenicus können auch eine Strecke weit in der Ansa hypoglossi verlaufen und verschieden tief sich mit dem Phrenicus vereinigen.

Der Phrenicus, überwiegend motorisch, enthält auch sensible Fasern, welche für Theile des Pericardium, der Pleura und de sBauchfells bestimmt sind. Die für Pericardium und Pleura bestimmten Fasern können auch Vater-Pacini'sche Körperchen führen [Rauber]. Der Phrenicus ist nicht der einzige Zwerchfellnerv; in geringem Masse wird es auch von Zweigen der letzten Nn. intercostales versorgt. Der N. phrenicus zieht auf der vorderen Fläche des Scalenus anticus ab- und medianwärts und gelangt auf diese Weise vor die A. subclavia. Zwischen ihr und der gleichnamigen Vene, hinter der Articulatio sternoclavicularis betritt der Nerv die Brusthöhle. Bei seinem Eintritt in die Brusthöhle befindet sich der Nerv in der Regel an der medialen Seite der A. mammaria interna. Entspringt letztere, oder die Vena mammaria interna, was für diese der gewöhnliche Fall ist, medianwärts vom Nerven, so kreuzen sie ihn alsbald, indem sie ihn, die Vene vorn, zwischen sich fassen, oder beide vor ihm vorüberziehen. Hierauf zieht der Nerv mit den Vasa pericardiaco-phrenica über die Vorderfläche der Spitze des Pleuralkegels hinweg an dessen mediale Seite und von hier aus vor der Lungenwurzel, zwischen dem Pericardium und der Pleura pericardiaca, ab- und rückwärts zur oberen Fläche des Zwerchfells. Hier zerfällt er in seine, meist rechtwinkelig zum Stamm ausstrahlenden Endäste.

Der Verlauf der Phrenici beider Seiten ist kein ganz übereinstimmender. Der linke zieht zum Zwerchfell in einem vorwärts concaven Bogen, indem er sich hinter demjenigen Theil des Pericardium, der die Spitze des Herzens enthält, herumbiegt; der rechte läuft mehr gerade herab. Der rechte verläuft an der lateralen Seite erst der Vena anonyma dextra, sodann der Cava superior zur Seite des Herzbeutels, und erreicht das Zwerchfell etwas vor- und lateralwärts vom Foramen quadrilaterum. Der Eintritt des rechten Phrenicus in das Zwerchfell liegt weiter hinten und medianwärts, der des linken weiter vorn und lateralwärts. Der linke hat einen grösseren Weg zurückzulegen und ist

darum etwas länger (um 1/7 nach Luschka). Auch im Kaliber sind beide Nerven öfters ungleich.

Bald nach seinem Eintritt in die Brusthöhle gibt der Phrenicus (meist nur der rechte) den feinen R. pericardiacus zur Vorderfläche des Pericardium. Einzelne sehr feine Fäden, Rr. pleurales [Luschka], treten während seines ganzen Verlaufs durch die Brusthöhle zur Pleura.

Die starken Endäste des Nerven heissen Rami diaphragmatici. Dieselben sind nicht sämmtlich Muskelzweige. Der rechte Phrenicus zerfällt in einen vorderen und hinteren, der linke in einen vorderen, hinteren und seitlichen Endast. Durch die Lücke zwischen der Portio sternalis und costalis des Zwerchfells treten feine Fädchen in der Richtung gegen den Nabel zum Peritoneum der vorderen Bauchwand [Luschka]. Der Ramus posterior entsendet jederseits den R. phrenico-abdominalis, rechts durch das Foramen quadrilaterum, links durch eine Zacke des Vertebraltheils, oder durch den Hiatus oesophageus an die untere Zwerchfellfläche. An beiden Seiten treten sie mit Zweigen des Sympathicus zu einem ganglicösen Geflecht (Plexus phrenicus) zusammen (s. Sympathicus).

Was die Verbindungen des Phrenicus mit anderen Nerven betrifft, so wurde soeben einer unteren Verbindung mit Zweigen des Sympathicus gedacht. Aber schon am unteren Halstheil sendet der Sympathicus dem Phrenicus einen Faden zu. Es geschieht dies durch das Ganglion cervicale inferius oder das G. dorsale primum. Zuweilen schickt auch das Ganglion cervicale medium ihm ein Fädchen zu. Ueber die Verbindung mit der Ansa hypoglossi s. oben S. 583. Häufig gibt endlich der N. subclavius einen Zweig an den N. phrenicus ab, welchen er beim Eintritt in die Brusthöhle erreicht (Fig. 347, 3).

2) **Die vorderen Aeste der vier unteren Halsnerven und der Plexus brachialis.**

Die Rami ventrales des fünften bis achten Halsnerven und der obere, stärkere Theil des Ramus ventralis des ersten Brustnerven bilden durch ihre gegenseitige Verbindung den mächtigen Plexus brachialis s. axillaris, das Armgeflecht (Fig. 344, V'—VIII' und D'). Was den ersten Dorsalnerven betrifft, so sendet dieser nämlich, wie die folgenden Dorsalnerven, seinen Ramus posterior durch den Intercostalraum zur Seite des Wirbelkörpers rückwärts. Der Ramus anterior degegen zerlegt sich sogleich in zwei Aeste von sehr ungleicher Stärke, in den dünnen R. intercostalis und in den starken Ramus brachialis, welcher die untere Wurzel des Plexus brachialis darstellt und sich über die erste Rippe auf- und seitwärts schlägt. Meist steht selbst noch der Ramus anterior des zweiten Brustnerven durch einen wechselnd starken, in der Regel feinen Zweig mit dem Plexus brachialis in Verbindung. Hiernach hat der letztere fünf bis sechs Wurzeln von verschiedener Stärke. Vom fünften bis achten Halsnerven nehmen dieselben an Stärke zu, darauf wieder ab.

Die cervicalen Wurzeln des Plexus, die nicht mit den Wurzeln der Spinalnerven zu verwechseln sind, treten zwischen den Mm. intertransversarii anteriores und posteriores hindurch und kommen in dem Spalt zwischen dem M. scalenus anticus und medius zum Vorschein. Die drei oberen Wurzeln haben absteigende, die vierte horizontale, die dorsalen dagegen anfangs aufsteigende Richtung. Sie alle aber treten unter spitzen Winkeln miteinander in Verbindung. Die Längsausdehnung des Plexus ist eine ansehnliche; sie erstreckt sich von den

Fig. 347.

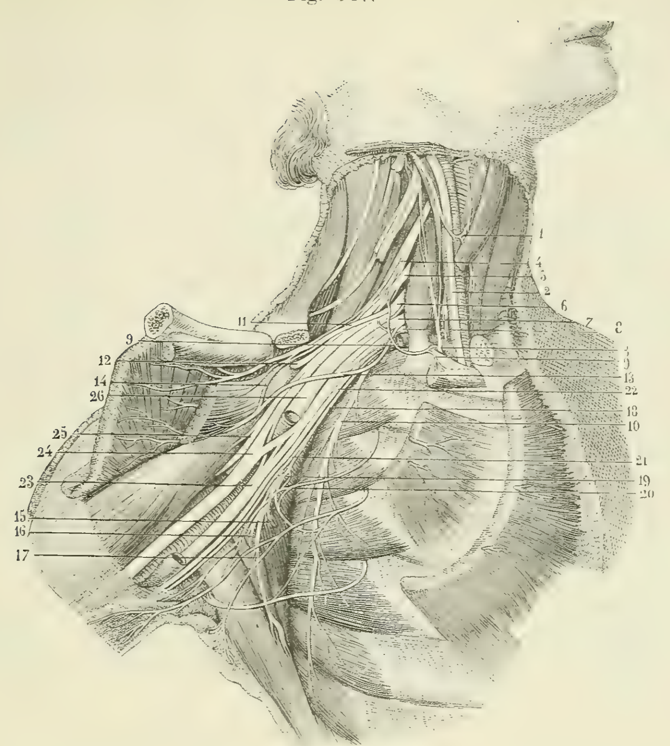


Fig. 347. Plexus brachialis und seine Verbindungen. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^1/_4$.

Achselhöhle freigelegt nach Durchsägung der Clavicula nahe ihrem Sternalende und Zurückschlagung derselben sammt M. pectoralis major und deltoides. M. pectoralis minor ist ebenfalls durchschnitten. 1, Ansa cervicalis profunda (hypoglossi); 2, N. vagus; 3, N. phrenicus, auf dem M. scalenus anticus zur Brusthöhle herabziehend; 4, vorderer Ast des fünften Cervicalnerven; 5, 6, 7, vordere Aeste des 6., 7. u. 8. Halsnerven; 8, vorderer Ast des ersten Dorsalnerven; 9.9, N. subclavius, der hier eine Verbindung mit dem N. phrenicus eingeht; 10, N. thoracicus longus; 11, N. thoracicus anterior primus zum M. pectoralis major; 12, N. suprascapularis; 13, N. thoracicus anterior secundus zum Pectoralis major und minor; 14, Verbindungsast zwischen 11 und 13; 15, N. subscapularis; 16, Ast zum M. teres major; 17, Ast zum M. latissimus dorsi; 18, 21, N. cutaneus medialis; 19, Verbindungszweig desselben mit dem zweiten und dritten Intercostalnerven; 20, äusserer Ast des zweiten Intercostalnerven; 22, N. cutaneus medius; 23, N. ulnaris; 24, N. medianus, die A. axillaris mit seinen beiden Wurzeln umgreifend; 25, N. musculo-cutaneus, in den M. coraco-brachialis eintretend; 26, N. radialis, hinter der A. axillaris.

Scalenis bis zur Achselhöhle. In Folge der Verbindungen der einzelnen Wurzeln entsteht eine verschmälerte Stelle im Plexus, jenseits welcher die verschiedenen Aeste desselben auseinanderweichen, um ihre peripheren Bahnen zum Arm zu betreten. Diese verschmälerte Stelle, der Isthmus plexus brachialis, liegt hinter dem Schlüsselbein. So lässt sich auch eine Pars supraclavicularis und eine Pars infraclavicularis unterscheiden; jene liegt in der Fossa jugularis, diese in der Fossa axillaris. Die Pars supraclavicularis wird vom hinteren Bauch des Omohyoideus gekreuzt. Die drei oberen Plexuswurzeln liegen oberhalb der A. axillaris, die beiden oder drei unteren hinter ihr. Die A. transversa colli kommt entweder zwischen den einzelnen Bündeln des Plexus zum Vorschein, oder zieht vor ihnen vorüber. Der unterhalb des Schlüsselbeins und des M. subclavius gelegene Theil des Plexus wird vom M. pectoralis minor und major bedeckt. Unterhalb der Clavicula liegt die A. axillaris anfangs vor der medialen Abtheilung des Plexus und bewahrt hierin das ursprüngliche Verhält-

niss. Alsbald aber wendet sie sich auf die vordere Fläche des Geflechtes, tritt in der Achselhöhle durch den von beiden Wurzeln des N. medianus gebildeten Schlitz hindurch und an die hintere Seite dieses Nerven. Die Vereinigung der beiden Schenkel des N. medianus befindet sich auf der Sehne des M. subscapularis oder dem Humeruskopf gegenüber; sie bezeichnet das brachiale Ende des Plexus. Die Längsausdehnung des Plexus brachialis erstreckt sich hiernach, kurz ausgedrückt, von der Scalenusspalte bis zum Humeruskopf.

Die Anordnung der im Plexus enthaltenen Verbindungen und Trennungen ist keine willkürliche, regellose, sondern trotz mancher, ja zahlreicher Variationen eine gesetzliche, typische. Ein grosser Theil der Formverschiedenheiten des Plexus rührt daher, dass die verschiedenen Stränge sich bald früher, bald später in ihre Aeste auflösen. Bei früher Trennung verlaufen Verbindungsbündel frei zwischen benachbarten Nerven, die bei später Trennung im Stamme selbst übereinander hinziehen. Ueber die Art der Vereinigung und Spaltung hat man im Laufe der Zeit vielfältige, auch vergleichend-anatomische Untersuchungen angestellt. Obwohl im Einzelnen noch Abweichungen in den Ansichten vorhanden sind, so stimmen sie doch alle darin überein, dass aus dem Plexus vor Allem drei mächtige Stämme sich sondern, ein oberer, ein unterer und ein hinterer. Um diese drei Stämme aus dem Plexus hervorgehen zu lassen, findet nun folgende typische Vereinigung und Spaltung der Plexuswurzeln statt. Wie das nebenstehende Schema (Fig. 348) zeigt, und wie auch aus den Verhältnissen der Fig. 345 leicht herauszufinden ist, vereinigt sich zuerst die combinirte Wurzel

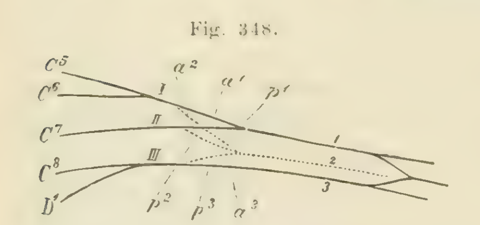


Fig. 348. Schema des Plexus brachialis.

C5, C6, C7, C8, 5., 6., 7. und 8. Halsnerv (ventraler Ast); D 1, ventraler Ast des ersten Dorsalnerven, I, II, III, erster, zweiter, dritter primärer Stamm des Plexus; ein jeder gibt einen vorderen Ast a^1, a^2, a^3 und einen hinteren Ast, p^1, p^2, p^3 ab. a^1 und a^2 vereinigen sich zum oberen secundären Stamm 1, a^3 bildet den unteren secundären Stamm; aus der Vereinigung der 3 hinteren Aeste entsteht 2, der hintere secundäre Stamm.

aus dem ersten und zweiten Dorsalnerven mit der Wurzel aus dem achten Halsnerven. Diese Vereinigung findet meist noch innerhalb der Scalenuslücke statt. Etwas ausserhalb der Scalenuslücke vereinigen sich die beiden oberen Wurzeln miteinander, d. i. der Ramus ventralis des fünften und sechsten Halsnerven. Die mittlere Wurzel, die dem Ramus ventralis des siebenten Halsnerven angehört, betheiligt sich anfänglich an der Plexusbildung nicht, sondern bildet für sich einen mittleren Stamm (Fig. 348, II). So haben wir drei in frontaler Ebene übereinander liegende Stämme vor uns, den Truncus brachialis inferior, medius und superior. Mit Recht nennt Schwalbe diese drei Stämme Trunci primarii. Denn aus ihnen gehen die Trunci secundarii in folgender interessanten Weise hervor. Jeder der primären Stämme theilt sich in einen vorderen (Fig. 348, a^1, a^2, a^3) und in einen hinteren (p^1, p^2, p^3) Ast, die wiederum zu neuen Verbindungen zusammentreten, zu den drei Trunci secundarii, aus welchen unmittelbar die langen Armnerven hervorgehen. Die drei secundären Stämme sind: 1) ein Truncus superior s. lateralis (gebildet von a^1 und a^2); er lässt den N. musculo-cutaneus und eine Wurzel des N. medianus aus sich

hervorgehen; 2) ein Truncus inferior s. medialis (gewöhnlich gebildet von a^3, dem vorderen Aste des dritten primären Stammes; er entsendet die beiden reinen Hautnerven des Armes, den N. ulnaris und die zweite Wurzel des N. medianus; 3) ein Truncus posterior (gebildet aus den hinteren Aesten (p^1, p^2 und p^3) der drei primären Stämme); er liefert den N. axillaris und radialis.

Fast einfacher ist es noch, jede der fünf Wurzeln sich in einen vorderen und hinteren Ast spalten zu lassen; die hinteren Aeste treten zusammen zur Bildung des Nervus axillaris und radialis. Von den vorderen Aesten treten zunächst die Aeste VIII und I zu einem Stamm zusammen; darauf die Aeste V, VI und VII. Letztere bilden den lateralen, erstere den medialen Stamm; die hinteren Aeste bilden zusammen den hinteren Stamm. Aus dem lateralen Stamm geht der N. musculo-cutaneus und die eine Wurzel des Medianus hervor; aus dem medialen die Nn. cutanei interni, der Ulnaris und die zweite (mediale) Wurzel des Medianus (s. Fig. 349).

Fig. 349.

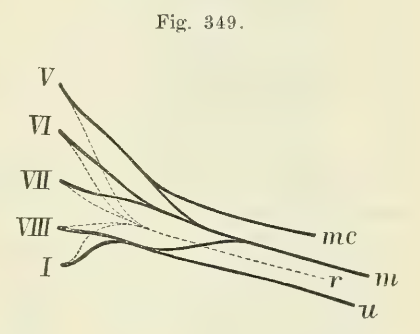


Fig. 349. Zweites Schema des Plexus brachialis.

V—I, Ramus anterior cervicalis V—VIII und dorsalis I. Die zur Bildung des hinteren Stammes (r) zusammentretenden Fasertheile sind punktirt. r, N. radialis. mc, N. musculo-cutaneus; m, N. medianus; u, N. ulnaris.

Verbindungen des Plexus brachialis.

1) Das Armgeflecht ist mit dem Halsgeflecht verbunden durch einen aus dem Ramus ventralis des vierten Halsnerven hervorgehenden Verbindungsfaden.

2) In dieselbe Reihe von Verbindungen ist der Verbindungsfaden aus dem Ramus ventralis des zweiten Dorsalnerven zu rechnen, der oben als häufige Wurzel erwähnt worden ist.

3) Sehr ausgedehnt und stark sind die Verbindungen des Plexus mit dem Grenzstrang des Sympathicus, den Rami communicantes. Sie werden von den Wurzeln abgegeben, bevor sie zum Plexus zusammentreten.

Die Aeste des Plexus brachialis.

In der Eintheilung der Aeste kann man verschiedene Wege einschlagen; als am besten begründet hat sich folgende Eintheilung herausgestellt. Nach ihr zerfallen die Aeste des Plexus in solche für den Stamm, in solche für den Schultergürtel und in solche für den Arm; letztere zerfallen wieder in vordere und hintere; ebenso diejenigen des Schultergürtels.

A Nerven des Plexus brachialis, die zum Stamme gehen.

Die Stammäste des Plexus brachialis, auch Halsäste genannt, entspringen aus den Rami ventrales der unteren Halsnerven dicht nach dem Austritt derselben aus den Foramina intervertebralia. Es sind Muskelnerven, welche die unteren (distalen) Theile der Mm. scaleni anticus und medius, den Scalenus posticus und die unteren (distalen) Theile des M. Longus colli versorgen.

B. Die Nerven des Plexus brachialis zum Schultergürtel.

Von vorn nach hinten aufgesucht sind folgende zu unterscheiden:

1) Der N. subclavius (Fig. 345, 6; Fig. 347, 9) entsteht aus dem Anfangstheil des primären oberen Stammes (R. ventralis V u. VI), gibt häufig an den Phrenicus einen Verbindungszweig und läuft auf der vorderen Fläche des Scalenus anticus, lateralwärts vom N. phrenicus herab, um hinter der Clavicula in den M. subclavius einzudringen.

2) Die Nn. pectorales, meist zwei, ein vorderer und ein hinterer.

Der N. pectoralis anterior s. thoracicus anterior (Fig. 345, obere 7); Fig. 347, 11) geht aus dem Anfangstheil des oberen (lateralen) secundären Stammes hervor, gelangt unter der Clavicula vor der A. und V. axillaris zur Innenfläche des Pectoralis major und verzweigt sich in ihm. Vor seinem Eintritt sendet er einen Verbindungsfaden zum N. pectoralis posterior (Fig. 347, 14).

Der N. pectoralis posterior s. thoracicus posterior (Fig. 345, untere 7); Fig. 347, 13) geht vom Anfangstheil des unteren (medialen) secundären Stammes aus, tritt zwischen A. und V. axillaris hervor und verbindet sich geflechtartig mit dem genannten Faden des M. pectoralis anterior. Aus dieser hinter dem Pectoralis minor gelegenen Verflechtung gehen Zweige für den Pectoralis minor und major hervor.

3) Der N. thoracicus longus s. thoracicus lateralis (Fig. 345, 5″; Fig. 347, 10). Er entsteht gewöhnlich zweiwurzelig aus dem Ramus ventralis V u. VI; beide Wurzeln durchbrechen einzeln den Scalenus medius und vereinigen sich hierauf.

Auch der Ramus ventralis VII kann sich durch einen Zweig an der Bildung des Nerven betheiligen. Der Nerv, welcher in seiner Bahn ungefähr der Linea axillaris entspricht, erschöpft sich an der Abgabe von Aesten für die einzelnen Zacken des M. serratus anticus major (Fig. 347, 10). Der Ast für die oberste Zacke besitzt dabei grössere Selbständigkeit.

4) Die Nn. subscapulares. Sie bestehen aus 2—3 von verschiedenen Theilen des Plexus sich ablösenden Nerven.

Der *N. subscapularis superior* geht aus dem Ramus ventralis V u. VI, und zwar aus den hinteren Aesten desselben hervor (Fig. 345, 8) und dringt nach kurzem Verlauf in den M. subscapularis ein. Er spaltet sich häufig frühzeitig in zwei Aeste.

Der *N. subscapularis medius* (Fig. 345, 8′; Fig. 347, 15 u. 16) entsteht aus dem hinteren secundären Stamm des Plexus, hinter der Clavicula, und versorgt den lateralen unteren Theil des Subscapularis und den Teres major; der Zweig für letzteren kann auch selbständig oder aus dem folgenden Nerven entspringen.

Der *N. subscapularis inferior s. longus*, *N. latissimi dorsi* s. marginalis scapulae (Fig. 345, 8″; Fig. 347, 17) ist der stärkste der Gruppe, entsteht ebenfalls aus dem hinteren secundären Stamm, oder aus dem N. axillaris, selten aus dem N. radialis, und zieht längs des lateralen Scapularrandes zum Latissimus dorsi.

5) Der N. axillaris s. circumflexus brachii (Fig. 345, ax; Fig. 350, 5–8; Fig. 351, 2) entspringt aus dem hinteren secundären Stamm des Plexus, zieht hinter der A. axillaris durch die Lücke, welche oben vom Subscapularis und

Fig. 350.

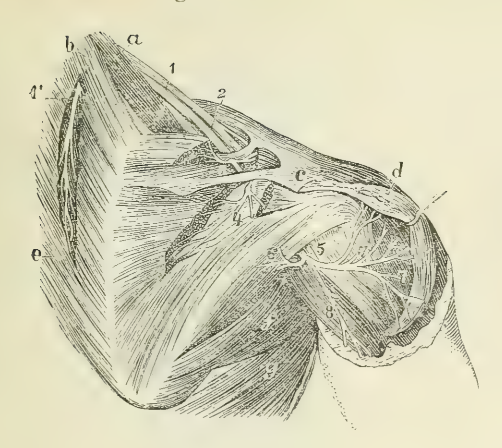


Fig. 351.

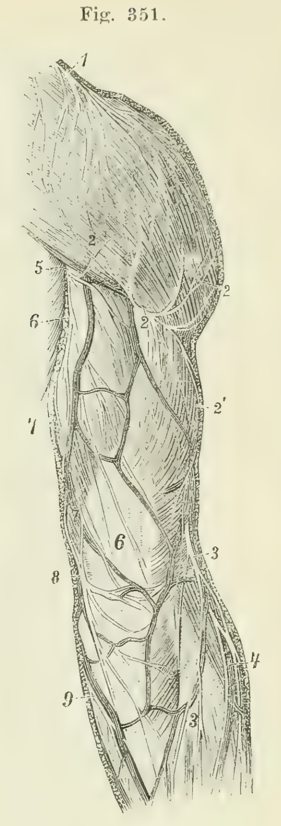


Fig. 350. Nerven der Schulterblattgegend. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^1/_5$.

a, M. scalenus medius uud posticus. b, M. levator scapulae. c, Acromion. d, M. deltoides, dessen hinterer Theil herausgeschnitten ist. e, Mm. rhomboidei. f, M. teres major. g, M. latissimus dorsi. 1, Plexus brachialis. 1' N. dorsalis scapulae 2, N. suprascapularis mit 3, seinem Zweige für den M. supraspinatus; und 4, dem Zweige für den M. infraspinatus. 5, N. axillaris. 6, sein Ast zum M. teres minor. 7, 7, seine Zweige zum M. deltoides. 8, Hautast des N. axillaris.

Fig. 351. Hintere Hautnerven der Schulter und des Oberarms. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^1/_5$.

1, Nn. supraclaviculares posteriores. 2, aufsteigende, 2' absteigende Hautäste des N. axillaris. 3, N. cutaneus posterior inferior des N. radialis. 4, hintere Hautzweige des N. musculo-cutaneus. 5, 6, N. cut. post. superior des N. radialis. 7, N. cutaneus medialis. 8, 9, Zweige des N. cutaneus medius.

Teres minor, unten vom Teres major, medianwärts vom Caput longum tricipitis, und lateralwärts vom Humerus begrenzt wird. Durch diese Lücke zieht er in einem, den chirurgischen Hals des Humerus von hinten umgreifenden Bogen zur Innenfläche des Deltoides und breitet sich in ihm aus (Fig. 350, 7, 7). Er gibt während seines Verlaufs einige besondere Aeste ab:

Rami articulares für die vorderen unteren Theile der Schultergelenkkapsel; gewöhnlich finden sich deren zwei, ein vorderer und ein unterer [Rüdinger].

Der Ramus muscularis für den Teres minor (Fig. 350, 6).

Der N. cutaneus humeri posterior s. R. cutaneus humeri (Fig. 350, 8; Fig. 351, 2') dringt zwischen dem hinteren Rand des Deltoides und dem langen Tricepskopf zur Haut (Fig. 351, 2) und strahlt mit aufsteigenden, horizontalen und absteigenden Zweigen (2, 2 und 2') in der über der hinteren Deltoideshälfte gelegenen Haut, sowie in der Haut der hinteren Fläche der oberen Oberarmhälfte aus.

Von den Rami deltoidei, den zahlreichen Endzweigen des Nerven, gelangt ein Faden, Ramus intertubercularis, zum Sulcus intertubercularis, um feine Zweige zum Knochen und zu den benachbarten Theilen der Kapsel abzugeben [Rauber].

6) Der N. suprascapularis (Fig. 345, 5'; Fig. 347, 12; Fig. 350, 2–4)

entsteht aus dem oberen primären Stamm des Plexus, zieht in der Fossa supraclavicularis längs des oberen Randes des Plexus brachialis mit der A. transversa colli ab-, seit- und rückwärts und erreicht längs des M. omohyoideus die Incisura scapulae, um unter dem Ligamentum transversum scapulae superius zur Fossa supraspinata zu gelangen. Bedeckt vom M. supraspinatus wendet er sich zur hinteren Fläche des Collum scapulae und unter dem Lig. transversum scapulae inferius zur Fossa infraspinata. Der M. supra- und infraspinatus und die Gelenkkapsel werden von dem Nerven mit Zweigen versorgt.

7) Der N. dorsalis scapulae s. thoracicus posterior, N. thoracico-dorsalis von Langer (Fig. 345, 5; Fig. 350, 1') zweigt sich vom Ramus ventralis V ab, durchbohrt den M. scalenus medius und zieht zwischen dem Scalenus posticus und Levator scapulae zum M. rhomboideus minor und major, die er mit Zweigen versorgt. Auf seinem Wege unter dem Levator scapulae gibt er an diesen einen Zweig ab. Häufig erhält auch die obere Zacke des Serratus anticus major von ihm einen Faden [Rieländer]. Er wird in einem Theil seiner Bahn von der A. dorsalis scapulae begleitet.

C. Die Nerven des Armes.

Die Armnerven oder langen Nerven des Plexus brachialis werden in vordere und in hintere, oder in Beuge- und Strecknerven eingetheilt. Die vorderen, Nn. brachiales anteriores s. ventrales, fünf an Zahl, stammen aus dem lateralen (oberen) und medialen (unteren) secundären Stamm des Plexus (Fig. 345); die hinteren, Nn. brachiales posteriores s. dorsales, werden allein durch die Fortsetzung des hinteren secundären Stammes, durch den N. radialis, dargestellt.

I. Die vorderen Armnerven, Nn. brachiales anteriores s. ventrales.

Von den fünf hierhergehörigen Nerven sind zwei, der N. cutaneus brachii medialis und medius, reine Hautnerven, die drei übrigen, der N. ulnaris, medianus und musculo-cutaneus s. cutaneus lateralis, gemischter Natur. Der N. cutaneus medialis und medius sowie der N. ulnaris gehen aus dem medialen (unteren) Stamm hervor; der N. musculo-cutaneus aus dem lateralen (oberen); der N. medianus aus beiden.

1) Der N. cutaneus medialis s. internus (Fig. 345, ci; Fig. 347, 18; Fig. 351, 7) liegt in der Achselhöhle anfangs hinter der Vena axillaris, darauf an ihrer medialen Seite und verbindet sich hier in variabler Weise mit dem seitlichen perforirenden Ast des zweiten Intercostalnerven, der den Namen N. intercosto-humeralis führt (Fig. 345, ih; Fig. 347, 19, 20). Beide Nerven verbinden sich entweder zu einem Stamme, oder setzen gesondert ihren Weg fort, oder der N. intercosto-humeralis tritt als Hauptnerv auf, während der Cutaneus medialis nur durch einen dünnen Verbindungszweig aus dem Plexus brachialis vertreten ist. Der Verbindungszweig oder der N. intercosto-humeralis sendet von der Achselhöhle aus 1) Zweige zur Haut der Achselhöhle, 2) zur angrenzenden Haut des Oberams. Die Fortsetzung des Cutaneus medialis durchbohrt die Fascia brachii an der medialen Fläche der Mitte des Oberarms und zieht zur Gegend des Epicondylus medialis und des Olecranon herab.

2) Der N. cutaneus medius (Fig. 345, cm; Fig. 347, 22; Fig. 352 3, 4, 6–10 und 353, 13, 14) begleitet ebenfalls die V. axillaris und brachialis, gelangt

Fig. 352. Fig. 353.

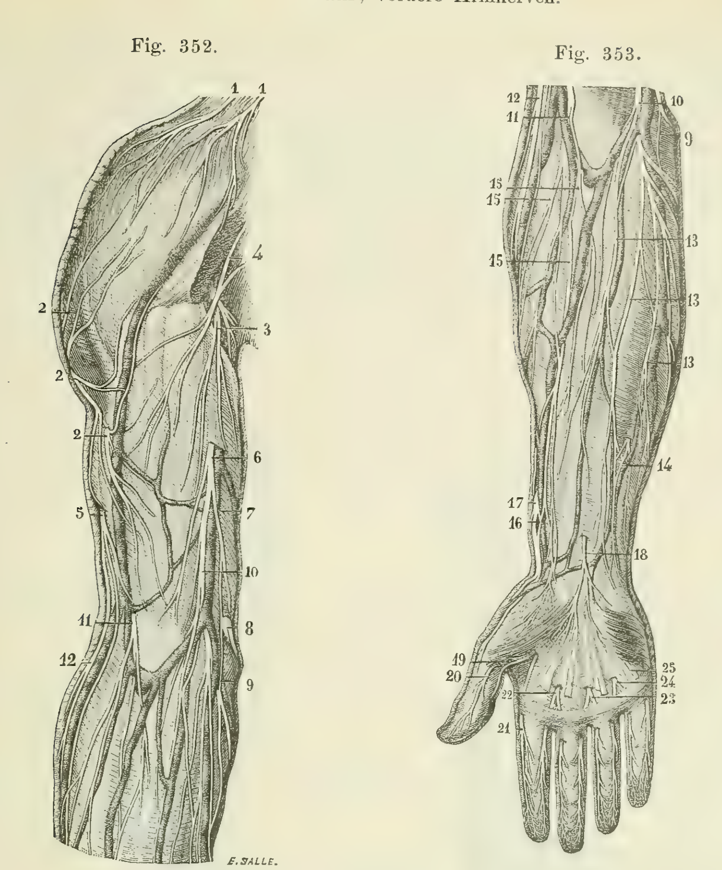


Fig. 352. Vordere Hautnerven des Oberarms. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^1/_5$.

1, Nn. supraclaviculares aus dem Plexus cervicalis; 2, 2, 2, Hautzweige des N. axillaris; 3, 4, obere Zweige des N. cutaneus medius; 5, 12, unterer Hautast des Radialis; 5, Durchtritt des N. cutaneus medius durch die Fascia brachii; 7, Ramus cut. ulnaris dieses Nerven; 8, Verbindungsast desselben mit dem R. cut. volaris; 9, 10, Zweige des R. cut. volaris des Cutaneus medius; 11, N. musculo-cutaneus.

Fig. 353. Vordere Hautnerven des Unterarms und der Hand. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^1/_5$.

9, 10, 11, 12, wie in der vorigen Figur; 13, 13, Verzweigungen des Ram. vol. des N. cut. medius; 14, Verbindungen eines dieser Zweige mit einem Faden des R. palmaris n. ulnaris; 15, Endverzweigungen des N. musculo-cutaneus; 16, Verbindungen einer derselben mit dem N. radialis; 17, N. radialis superficialis; 18, R. palmaris n. mediani; 19—23, Fingeräste des Medianus; 24, 25, Fingerzweige des N. ulnaris.

mit ihr in der Mitte des Oberarms zum Hiatus basilicus der Fascia brachialis und durch ihn zur Haut (Fig. 352, 6). Hier oder kurz vorher zerfällt er in seine Endäste, von welchen der eine, R. cutaneus volaris, auf der volaren, der andere, R. cutaneus ulnaris, auf der ulnaren Fläche des Unterarms bis zur Gegend des Handgelenkes herabziehen. Hoch oben entsendet er einen oder mehrere Zweige, *Rami cutanei brachii,* zur Haut der vorderen dem M. biceps entsprechenden Oberarmfläche (Fig. 352, 3). Von seinen beiden Endästen verläuft der R. cutaneus volaris antibrachii s. cutaneus palmaris (Fig. 352 und 353 10, 13, 14) anfangs an der lateralen Seite der V. basilica, kreuzt dann, meist von ihr bedeckt, die V. mediana basilica und breitet sich darauf an der volaren Unterarmfläche bis zum Handgelenk aus. Einer dieser Ausläufer (Fig. 353, 14) verbindet sich zuweilen mit einem Ramus perforans des Ramus

palmaris nervi ulnaris. Der andere Endzweig, R. cutaneus ulnaris antibrachii (Fig. 351, 8, 9; Fig. 352, 7) ist schwächer, zieht an der medialen Seite der V. basilica herab und entsendet seine Zweige um den Ulnarrand des Unterarms zum ulnaren Theil der dorsalen Fläche desselben. Der oberste dieser Zweige wird bereits oberhalb des Epicondylus medialis abgegeben und verbindet sich zuweilen mit einem Faden des N. cutaneus medialis. Bis zum Handgelenk dringt der Nerv nicht vor. Ein Aestchen desselben verbindet sich nicht selten mit dem Ramus dorsalis nervi ulnaris, ein anderes mit einem Zweige des R. volaris n. cutanei medii (Fig. 352, 9).

3) Der N. ulnaris s. cubitalis (Fig. 354, 355, 25–36) gibt während seines

Fig. 354. Fig. 355.

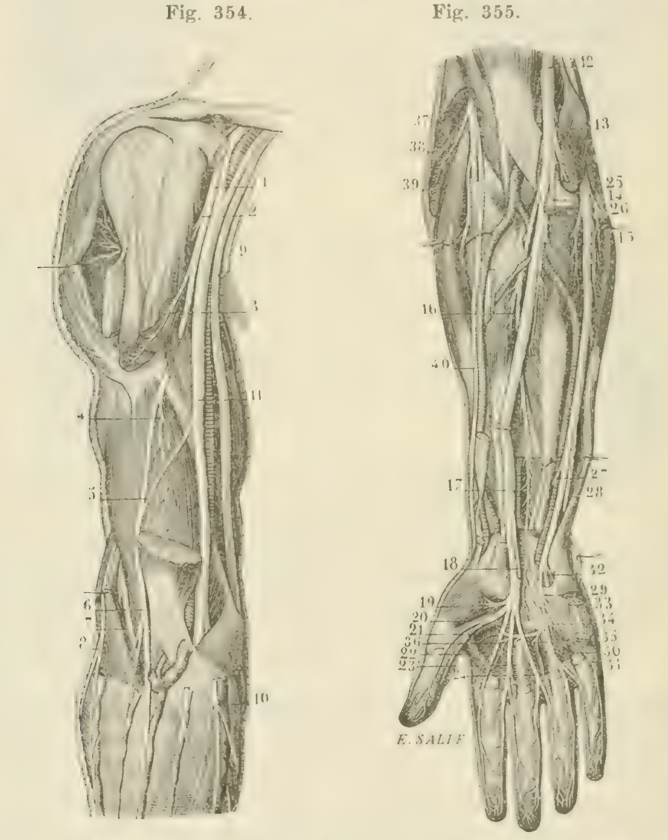


Fig. 354. Vordere Ansicht der tiefen Nerven des Oberarms. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/5.

1, N. musculo-cutaneus, 2, Zweig desselben zum M. coraco-brachialis. 3, Zweig zum Biceps. 4, Zweig zum M. brachialis internus. 5, Verbindungszweig mit dem N. medianus. 6, Uebergang des N. musculo-cutaneus zur Haut. 7, N. radialis im Zwischenraum zwischen den Mm. supinator longus und brachialis internus. 8, N. cut. post. inferior des N. radialis. 9, N. cutaneus medius. 10, R. volaris desselben. 11, N. medianus an der lateralen Seite der A. brachialis, an deren medialer Seite der N. ulnaris.

Fig. 355. Vordere Ansicht der tiefen Nerven des Unterarms und der Hand. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/5.

12, N. medianus. 13, 14, dessen Rami musculares superiores. 15, Zweig zum M. flexor digitorum profundus. 16, Zweig zum M. flexor pollicis longus. 17, N. interosseus anterior. 18, R. palmaris longus. 19–22, radialer Endzweig des N. medianus mit Muskel- und Fingernerven. 23, 24, Nn. digitales communes des ulnaren Endzweiges des Medianus. 25, N. ulnaris mit Abgabe eines Astes für den Musc. flexor carpi ulnaris. 26, Zweig zum M. flexor digitorum profundus. 27, Ramus palmaris ulnaris. 28, R. dorsalis n. ulnaris. 29, Ramus volaris superficialis. 30, 31, dessen Fingernerven. 32, Ramus volaris profundus. 33, Zweig zu der Muskulatur des Kleinfingerballens. 34, 35, 36, Nn. interossei des N. ulnaris. N. radialis: 37, dessen Zweig zum Musc. extensor carpi radialis longus. 38, N. radialis profundus. 39, sein Zweig zum Musc. extensor carpi radialis brevis. 40, N. radialis superficialis.

Verlaufs am Oberarm keine Zweige ab, entsendet am Unterarm einige Muskel- und Hautäste, und zerfällt in der Hand in seine Endäste, den Ramus volaris superficialis und profundus (Fig. 355, 29 u. 32).

In der Achselhöhle und im oberen Theil des Oberarms (Fig. 354) zieht der N. ulnaris an der medialen hinteren Seite der A. axillaris und brachialis herab, gelangt sodann hinter das Lig. intermusculare mediale und zieht längs desselben und an der vorderen Fläche des Caput mediale tricipitis zum Sulcus ulnaris humeri. Von hier aus zieht er zwischen den beiden Köpfen des M. flexor carpi ulnaris weiter zur volaren Fläche des Armes und läuft auf dem Flexor digitorum profundus, angelehnt an den Flexor carpi ulnaris zum Handgelenk herab. In der Mitte des Unterarms tritt die A. ulnaris an die mediale Seite des Nerven und begleitet sie fernerhin. Zur Hohlhand gelangt der Nerv zwischen dem Lig. carpi volare proprium und dem in die Fascia antibrachii eingewebten Lig. carpi volare commune, an der radialen Seite des Os pisiforme, in einem Kanale also, welchen man Canalis carpeus ulnaris nennen kann.

Die Zweige des N. ulnaris werden eingetheilt in Unterarm- und Endzweige.

Unterarmzweige. Sie zerfallen in Rami articulares, musculares und cutanei.

a) Rami articulares. Im Sulcus ulnaris humeri gelangen mehrere Zweige zur Kapsel des Ellenbogengelenkes [Rüdinger].

b) Rami musculares. Dieselben entspringen von dem Ulnarnerven während seines Durchgangs zwischen den beiden Köpfen des Flexor carpi ulnaris, und sind (2—3) für diesen Muskel bestimmt, sowie für die beiden ulnaren Köpfe des Flexor digitorum communis profundus (Fig. 355, 26); die zwei radialen Köpfe versorgt der N. medianus.

c) Ramus palmaris ulnaris s. palmaris longus (Fig. 355, 27). Er entspringt vom N. ulnaris oberhalb der Mitte des Unterarms und begleitet die A. ulnaris bis zum Arc. volaris sublimis, die von ihm zahlreiche feine Zweige erhält. An verschiedenen Stellen kann er feine Zweige durch die Haut zum unteren Drittel des Unterarms oder zum Kleinfingerballen entsenden. Einer derselben verbindet sich zuweilen mit einem Faden des Cutaneus medius (Fig. 353, 14).

d) Der Ramus dorsalis n. ulnaris (Fig. 355, 28) ist der stärkste der collateralen Aeste des N. ulnaris. An der Grenze zwischen mittlerem und unterem Drittel des Unterarms wendet er sich zur dorsalen Fläche des Unterarms und nimmt seinen Weg dabei zwischen Ulna und Flexor carpi ulnaris. Etwas oberhalb des Handgelenks tritt er aus der Fascie hervor und zerfällt über dem Capitulum in seine drei Endzweige, *Rami digitales nervi ulnaris.* Dies sind 1) ein ulnarer Zweig für die Ulnarseite des kleinen Fingers; 2) ein mittlerer, welcher auf der dorsalen Seite des vierten Spatium interosseum sich in zwei Zweige theilt, von welchen der eine die radiale Seite des fünften, der andere die ulnare Seite des vierten Fingers im Gebiet der ersten Phalanx versorgt; 3) ein radialer, welcher sich mit einem Faden des Radialis verbindet, darauf im dritten Spatium interosseum herabzieht und in zwei Zweige zerfällt, die für die einander zugewendeten Seiten des dritten und vierten Fingers bestimmt sind.

Ueber die Enderstreckung der dorsalen Fingernerven liegen neue Beobachtungen vor von Zander. S. über dieselben im Abschnitt N. radialis, S. 600.

Die zwei Endäste des N. ulnaris.

Auf dem Lig. carpi volare proprium theilt sich der N. ulnaris in den Ramus volaris superficialis und profundus.

e) Der R. volaris superficialis (Fig. 353, 24, 25; Fig. 355, 29, 30, 31) gibt einen Faden zum M. palmaris brevis und zur Haut des Kleinfingerballens, zuweilen auch zum Lumbricalis quartus und theilt sich darauf in zwei Aeste, die *Nn. digitales volares nervi ulnaris.* Der eine (Fig. 355, 31) ist für die ulnare Seite des kleinen Fingers bestimmt, der andere (Fig. 355, 30) zieht im vierten Spatium interosseum entlang und spaltet sich in zwei Zweige für die einander zugewendeten Seiten des fünften und vierten Fingers. Während ihres Verlaufs an der volaren Fläche der Finger senden sie feine Zweige zum Rücken der zweiten und der Endphalanx empor. In der Hohlhand liegen die Fingernerven unter der Fascia palmaris, vor den Beugesehnen (Fig. 353, 24). Der Endast des Ramus volaris superficialis für das vierte Spatium interosseum entsendet vor seiner Theilung einen Verbindungszweig zu dem benachbarten Fingernerven des Medianus; aus ihm gehen einige feine Haut- und Gefässnerven hervor.

f) Der R. volaris profundus (Fig. 355, 32—36) verbindet sich durch einen Faden, welcher das Erbsenbein umschlingt, mit dem R. dorsalis n. ulnaris, entlässt einen Zweig für die drei Kleinfingerballenmuskeln (Fig. 355, 33) und dringt mit dem tiefen Ast der A. ulnaris zwischen dem M. flexor und abductor digiti minimi in die Tiefe. Er liegt hier am proximalen Rand des Arcus volaris profundus, zwischen den Beugesehnen und den Zwischenknochenmuskeln. Von diesem Bogenstück gehen aus: 1) feine Zweige für die benachbarten Bänder des Carpus [Rüdinger]; 2) je ein N. interosseus für die Mm. interossei volares und dorsales (Fig. 355, 34, 35); 3) die Nerven für den vierten und meist auch den dritten M. lumbricalis; 4) Zweige für den M. adductor pollicis und den tiefen Kopf des M. flexor pollicis brevis; 5) Rami perforantes zur dorsalen Oberfläche des Spatium interosseum, welche mit Endzweigen des N. interosseus antibrachii dorsalis in Verbindung treten können und bis zu den Köpfchen der Mittelhandknochen verlaufen.

4) Der N. medianus (Fig. 354 u. 355, 11, 12—24).

Die beiden Wurzeln des N. medianus umgreifen die A. axillaris und vereinigen sich vor ihr unter spitzem Winkel. Von der vorderen Fläche der Arterie wendet sich der Nerv im oberen Oberarmtheil allmählich an die laterale Seite derselben (Fig. 354) und läuft mit ihr im Sulcus bicipitalis medialis herab. Im unteren Drittel legt sich der Nerv wieder vor die Arterie, tritt auf ihre mediale Seite und verschwindet in der Ellenbeuge unter dem M. pronator teres. Zwischen beiden Köpfen desselben wendet er sich hierauf zur Mittellinie des Unterarms, um zwischen dem M. flexor digitorum communis profundus und sublimis zum Handgelenk herabzuziehen. Oberhalb des Gelenkes liegt der Nerv unter der Fascie, zwischen der Sehne des M. flexor carpi radialis einerseits, andererseits des M. palmaris longus. Sodann zieht der Nerv, auf den Sehnen der Fingerbeuger liegend, unter dem Lig. carpi volare proprium zur Hohlhand, und zerfällt unter der Fascia palmaris in seine Endäste.

Der N. medianus gibt am Oberarm keinen anderen Zweig ab, als einen (nicht beständigen) Verbindungsast zum N. musculo-cutaneus (Fig. 354, 5).

Seine Unterarmzweige sind die folgenden:

a) Rami articulares für die vordere Kapselfläche des Ellbogengelenks [Rüdinger].

b) Rami musculares, für alle Muskeln der Volarseite des Unterarms, mit Ausnahme des M. flexor carpi ulnaris und der beiden ulnaren Köpfe des tiefen Fingerbeugers. Man kann diese Aeste in eine obere, mittlere und untere Gruppe trennen. Die obere Gruppe (Fig. 355, 13, 14), meist aus drei Nerven bestehend, versorgt den M. pronator teres, palmaris longus, flexor carpi radialis, die Epicondylusursprünge des Flexor digitorum sublimis.

Die mittlere Gruppe gibt einen Zweig für den unbeständigen Epicondylus-Ursprungskopf des langen Daumenbeugers, einen anderen für den Radialursprung des oberflächlichen Fingerbeugers. Hierher gehört auch der gesondert zu besprechende Nervus interosseus anterior s. internus.

Die dritte Gruppe enthält meist nur einen Nerven für den Zeigefingerkopf des oberflächlichen Beugers.

c) Der Nervus interosseus anterior s. volaris s. internus, Ramus profundus Nervi mediani (Fig. 355, 17) verläuft mit der A. interossea anterior vor der Membrana interossea zwischen dem M. flexor pollicis longus und flexor digitorum profundus bis zum Pronator quadratus herab, in welchen er von der dorsalen Fläche her eindringt. Während seines Verlaufes entsendet er:

α) Die beiden Hauptnerven für den M. flexor pollicis longus und den radialen Theil des Flexor digitorum profundus.

β) Den N. membranae interosseae antibrachii [Rauber]. Er entsteht von der Radialseite des N. interosseus und theilt sich in einen radialen und ulnaren Zweig, die vor oder zum Theil zwischen zwei Lamellen der Membrana interossea längs der Cristae beider Knochen bis zum M. pronator quadratus herabziehen, den Vasa interossea, dem Periost und den Knochen Zweige abgeben. Sie sind mit zahlreichen kleineren Vater'schen Körperchen besetzt.

γ) Einzelne untere Fädchen für den M. flexor pollicis longus und flexor digitorum profundus.

δ) Den Ramus muscularis für den Pronator quadratus.

ε) Das letzte Ende des Nerven setzt sich bis zur vorderen Fläche des Handgelenks fort.

d) Der R. palmaris longus s. cutaneus palmaris (Fig. 353, 18; 355, 18) entsteht in verschiedener Höhe oberhalb des Handgelenks aus dem Medianus. Oberhalb des Handgelenks durchbohrt er zwischen den Sehnen des Flexor carpi radialis und Palmaris longus die Fascie, um sich zur Vola manus zu begeben und hier in zwei Zweige zu theilen, welche in der Haut des Daumenballens und der Hohlhand endigen.

Die Endzweige des Medianus in der Hand sind folgende zwei: der Ramus terminalis radialis und Ramus terminalis ulnaris. Die Spaltung in dieselben erfolgt noch unter dem Lig. carpi volare proprium.

Der Ramus terminalis radialis theilt sich alsbald in fünf Zweige.

α) Der erste dieser Zweige (Fig. 355, 19) versorgt den M. abductor pollicis brevis und opponens pollicis.

β) Der zweite versorgt den radialen Kopf des Flexor pollicis brevis.

γ) Der dritte ist der N. volaris pollicis radialis (Fig. 355, 20); er wendet sich zum radialen Rand der Volarfläche des Daumens, versorgt die hier befindliche Haut und verbindet sich durch feine Fäden mit dem an der Dorsalseite verlaufenden Zweige des N. radialis.

δ) Der vierte ist der N. volaris pollicis ulnaris (Fig. 355, 21); er versorgt in ähnlicher Weise die Haut an der ulnaren Seite des Daumens.

ε) Der fünfte, der N. volaris indicis radialis (Fig. 355, 22), verbreitet sich an der radialen Seite der Volarfläche des Zeigefingers und gibt den Nerven für den M. lumbricalis I ab.

Die beiden zuletzt genannten Nerven entspringen zuweilen gemeinsam, das kurze gemeinsame Stämmchen wird alsdann N. digitalis communis II bezeichnet; als I gilt der N. volaris pollicis radialis.

f) Der Ramus terminalis ulnaris des Medianus theilt sich alsbald in den N. digitalis volaris communis III und IV.

α) Der N. digitalis communis volaris III (Fig. 355, 23) verläuft vor dem zweiten Spatium interosseum bis zum distalen Metacarpusende, gibt auf dieser Strecke den Nerven für den M. lumbricalis II ab, und spaltet sich sodann in den für den ulnaren Rand des Zeigefingers bestimmten Ramus volaris indicis ulnaris, und in den für den radialen Rand des Mittelfingers bestimmten Ramus volaris digiti medii radialis.

β) Der N. digitalis volaris communis IV (Fig. 355, 24) verhält sich im dritten Spatium interosseum verlaufend wie der vorhergehende und gibt ab: den *Ramus volaris digiti medii ulnaris* und den *N. volaris digiti quarti radialis*. Zuweilen entsendet er vor seiner Theilung auch den Nerven für den M. lumbricalis III; häufiger aber kommt dieser vom tiefen Volarast des Ulnaris (s. oben). Von demselben N. digitalis volaris communis IV ist auch das zu bemerken, dass er einen Verbindungsfaden vom N. ulnaris aufnimmt (s. S. 594).

5) Der N. musculo-cutaneus, s. cutaneus brachii lateralis, N. perforans Casseri, Ramus magnus Nervi mediani (Fig. 352 u. 353, 11, 15, 16; Fig. 354, 1–6) entsteht mit dem Medianus aus dem oberen secundären Stamm des Plexus brachialis (Fig. 345, mc), zuweilen noch mit einer secundären Wurzel aus dem Medianus selbst. So ist es begreiflich, dass er auch als Ast des Medianus beschrieben worden ist [Arnold]. Anfangs an der lateralen Seite des Medianus befindlich, entfernt er sich allmählich von demselben und strebt der Lücke zwischen beiden Theilen des M. coracobrachialis zu. Durch diese Lücke hindurch gelangt er zwischen den Brachialis internus und Biceps, zieht zwischen diesen Muskeln zur lateralen Seite der Biceps-Sehne, und durchbohrt oberhalb der Plica cubiti und oberhalb der Vena mediana cephalica die Fascia brachii. Von hier an verläuft er, in einen dorsalen und volaren Endzweig getheilt, als Hautnerv an der radialen Seite des Unterarms bis zur Gegend des Handgelenks und Daumenballens. Im unteren Drittel des Oberarms empfängt der N. musculo-cutaneus den nicht ganz constanten, schon S. 594 erwähnten Verbindungsast aus dem N. medianus, der gleich einer späten Wurzel des Musculo-cutaneus erscheint. Seine Oberarm-Zweige sind folgende:

a) ein hoch oben entspringender, die Arteria brachialis bis unterhalb des Ansatzes des M. coracobrachialis begleitender Nervenfaden, welcher der Arterie

feine Zweige gibt und durch den Canalis nutritius humeri zum Knochen und seinem Mark zieht.

b) Der Nerv für den M. coracobrachialis (Fig. 355, 2).

c) Der Nerv für beide Köpfe des Biceps brachii (Fig. 354, 3).

d) Der Nerv für den Brachialis internus (Fig. 354, 4); er gibt auch einen Zweig für die Kapsel des Ellbogengelenks [Rüdinger].

e) Der sensible Endast des N. musculo-cutaneus hat den Namen *Ramus superficialis cutaneus* (Fig. 353, 11; Fig. 354, 16) und theilt sich alsbald nach seinem Austritt aus der Fascie in einen vorderen und hinteren Hautast. Der eine derselben gelangt gewöhnlich vor, der andere hinter der Vena mediana cephalica zu seinem Verbreitungsgebiet.

Der vordere Hautast (Fig. 353, 15) breitet sich bis zum Handgelenk und Daumenballen aus. Der stärkste seiner Zweige begleitet die V. cephalica antibrachii und verbindet sich am unteren Ende des Unterarms mit dem N. radialis superficialis (Fig. 353, 16).

Der schwächere hintere Hautast zieht zum radialen Rand des Unterarms und versorgt die Haut der Dorsalseite dieses Randes bis in die Nähe des Handgelenks.

II. Die hinteren Armnerven.

Die hinteren Armnerven oder die Nerven der Streckseite des Armes, Nn. brachiales posteriores s. dorsales, bestehen aus dem N. radialis und seinen Aesten.

Der N. radialis s. musculo-spiralis (Fig. 352, 15; 353, 12, 17; 354, 7, 8; 355, 37—40 und 356) ist die Fortsetzung des hinteren secundären Stammes des Plexus brachialis (Fig. 345, r) und hat fast gleiche Stärke mit dem N. medianus. Er zieht hinter der A. brachialis und vor den Sehnen des Teres major und Latissimus dorsi mit der A. profunda brachii zur hinteren Seite des Oberarms und wendet sich, bedeckt vom Caput longum und externum des Triceps im Sulcus spiralis allmählich zur lateralen Seite des Oberarms. Er erreicht dieselbe im Beginn des unteren Drittels des Oberarms in der Tiefe zwischen dem M. supinator longus und brachialis internus. In dieser Rinne bis zum Epicondylus herabziehend, theilt er sich hier in seine beiden Endäste, in den überwiegend motorischen R. profundus und in den sensiblen R. superficialis (Fig. 355, 356). Er entsendet schon am Oberarm Zweige; seine beiden Endäste sind für den Unterarm bestimmt.

Oberarmzweige des N. radialis.

Vor dem Eintritt in den Spiralkanal gibt der N. radialis rasch nacheinander folgende Zweige ab.

a) Der N. cutaneus brachii posterior superior (Fig. 351, 5 u. 6) entspringt mit dem folgenden oft gemeinsam und verbreitet sich, nachdem er die Fascie durchbohrt hat, in der Haut der dorsalen Fläche des Oberarms über dem inneren Tricepskopf bis in die Nähe des Ellenbogens.

b) Der Nerv des M. anconaeus longus.

c) Der Nerv des Anconaeus medialis. Er theilt sich meist in einen oberen und unteren Zweig. Der lange untere (R. collateralis ulnaris u. radialis,

W. Krause) zieht, streckenweise mit dem N. ulnaris in eine Bindegewebsscheide eingeschlossen, hinter dem L. intermusculare mediale herab und dringt darauf in den Muskel ein. Einige Fädchen gelangen zur Kapsel des Ellenbogengelenks.

d) Der Nerv des Anconaeus lateralis und Anconaeus inferior s. quartus theilt sich ebenfalls in zwei Zweige. Der eine versorgt den Anconaeus lateralis; der andere gibt dem lateralen Theil des Anconaeus medialis Zweige und gelangt innerhalb desselben zum Anconaeus quartus.

Fig. 356

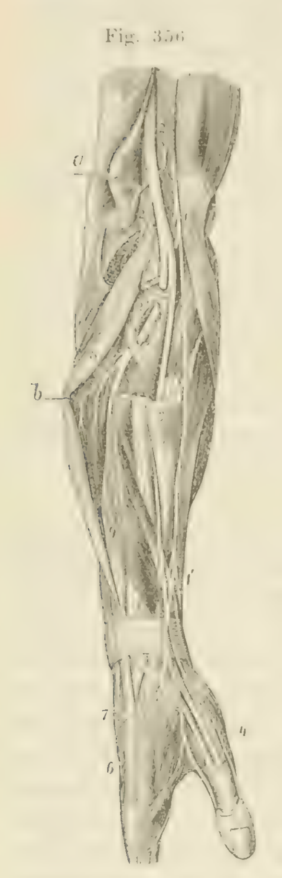


Fig. 356. Endäste des N. radialis. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/4.

a. Musc. brachioradialis (supinator longus) grösstentheils entfernt; darunter der Stumpf des Musc. extensor carpi radialis longus. b, Musc. extensor digitorum communis. 1, N. musculo-cutaneus. 1', seine Verbindung mit dem N. radialis superficialis. 2, Stamm des N. radialis. 2', seine Zweige zum M. brachioradialis und M. extensor carpi radialis longus. 2'', N. radialis profundus bei seinem Durchtritt durch den M. supinator brevis. 3, N. radialis superficialis. 4, Ramus marginalis des letzteren. 5, 6, 7, Zweige des Ramus dorsalis manus. 8, obere, 9, untere Muskelzweige des N. radialis profundus.

Innerhalb des Spiralkanals wird vom N. radialis nur ein einziger Nerv abgegeben:

e) Der N. cutaneus posterior brachii posterior inferior (Fig. 351, 3). Er ist stärker als der obere (a), durchbohrt die Fascie zwischen dem Anconaeus lateralis und medialis oder zwischen diesem und dem Supinator longus und gelangt zwischen dem Olecranon und dem Epicondylus lateralis zur dorsalen Fläche des Unterarms. Er versorgt die Haut der Rückseite des unteren Theils des Oberarms, sowie die dorsale Fläche des Unterarms zwischen dem Gebiet des sensiblen Endastes des N. musculo-cutaneus und des dorsalen Astes des N. cutaneus medius, ohne das Handgelenk zu erreichen.

Zwischen dem M. brachialis internus und supinator longus entstehen vom N. radialis:

f) Der Nerv des M. supinator longus (Fig. 356 über 2'); er pflegt einen Zweig zur Kapsel des Ellbogengelenks zu schicken [Rüdinger].

g) Der Nerv für den M. extensor carpi radialis longus (Fig. 355, 37; Fig. 356 unter 2'); er kann auch aus dem folgenden, dem N. radialis profundus entspringen.

h) Ein unbeständiger Faden zum M. brachialis internus (Fig. 356 unter 2).

Die beiden Endäste des N. radialis.

i) Der N. radialis profundus (Fig. 355, 38; Fig. 356, 2''), der stärkere der beiden Endäste, wendet sich alsbald nach seiner Trennung zum M. supinator brevis und durchsetzt denselben in einem Kanal, der auf der dorsalen Seite des Unterarms ausmündet (Fig. 356, 2''). Auf der dorsalen Seite des Unterarms zieht er zwischen der tiefen und oberflächlichen Schicht der Streckmuskeln

herab, gelangt im unteren Drittel des Unterarms auf die dorsale Fläche der Membrana interossea und heisst nunmehr N. interosseus dorsalis s. externus. Anfangs zwischen dem M. extensor pollicis brevis und longus, darauf von letzterem bedeckt, endlich bedeckt vom M. indicator und den Sehnen des gemeinschaftlichen Fingerstreckers betritt der Nerv den Rücken der Handwurzel und findet hier seine Endausbreitung. Seine auf diesem langen Wege abgegebenen Zweige sind die folgenden:

α) Die Nerven für den M. extensor carpi radialis brevis (Fig. 355, 39) und den M. supinator brevis; sie entstehen noch vor dem Eintritt in den Canalis supinatorius.

Nach dem Austritt aus dem Kanal wird abgegeben:

β) Der Nerv für den M. extensor carpi ulnaris, extensor digitorum communis und extensor digiti minimi (Fig. 356, 8); ein zweiter Faden für den Fingerstrecker wird etwas weiter unten abgegeben.

γ) Ein Zweig für den M. abductor pollicis longus und extensor pollicis brevis (Fig. 356, 9).

δ) Der Zweig für den M. extensor pollicis longus.

ε) Der Zweig für den M. extensor digiti indicis.

ζ) Fäden für die membrana interossea, von welchen häufig einer sich mit einem Fädchen des N. interosseus anterior durch die Membrana interossea hindurch verbindet; feine Zweige für das Periost des Radius und der Ulna [Rüdinger].

η) Fäden zur dorsalen Seite des Handgelenks [Rüdinger].

ϑ) Fäden zur dorsalen Seite der Carpal- und Carpometacarpalgelenke, deren distale Enden mit perforirenden Aesten des N. ulnaris profundus sich verbinden können.

Der zweite, schwächere Ast des N. radialis.

k) Der N. radialis superficialis (Fig. 355, 40; Fig. 356, 3), bleibt anfangs auf der volaren Seite des Unterarms und verläuft längs des M. supinator longus an der radialen Seite der A. radialis abwärts. Im unteren Drittel des Unterarms wendet er sich allmählich zwischen dem Radius und der Supinator-Sehne auf die Dorsalseite des Unterarms und erreicht dieselbe etwas oberhalb des Handgelenks. Nach der Verbindung mit einem Zweige des N. musculocutaneus (Fig. 356, 1') zerfällt der Nerv in zwei zum Rücken der Hand und der drei ersten Finger ziehende Aeste. Am Unterarm gibt er keinen Seitennerven ab.

Seine zwei Endzweige sind:

α) Der Ramus marginalis (Fig. 356, 4); er giebt feine Zweige zur Haut des Daumenballens und verläuft als N. dorsalis pollicis radialis an der Radialseite der Rückenfläche des Daumens zum Nagelglied.

β) Der Ramus dorsalis manus theilt sich in zwei Zweige, von welchen der radiale (Fig. 356, 5) sogleich wieder in zwei Aestchen zerfällt, welche als Nn. dorsales pollicis ulnaris und indicis radialis die genannten Seiten der Dorsalfläche dieser Finger versorgen. Der ulnare Zweig (Fig. 356, 6) theilt sich in ähnlicher Weise in die Nn. dorsales indicis ulnaris und digiti medii radialis und gibt den Verbindungsfaden zu dem benachbarten Zweig des Ramus dorsalis n. ulnaris ab (Fig. 356, 7).

Hier ist der Platz, einer Eigenthümlichkeit zu gedenken, welche die dorsale Innervation der Fingerhaut im Bereich des mittleren und des Nagelgliedes aufzeigt. Die unter sich sehr abweichenden Angaben verschiedener Autoren über die Ausdehnung, in welcher die einzelnen Finger von den dorsalen Hautnerven versorgt werden, gaben Zander Veranlassung, durch sorgfältige Präparation der Fingernerven zunächst den thatsächlichen Bestand festzustellen. Es zeigte sich, dass am Daumen und kleinen Finger, sowie an sämmtlichen Zehen, die dorsalen Nerven bis zum Finger- und Zehenende vordringen, während die drei mittleren Finger in ihren Endgliedern und theilweise auch im Mittelglied von den volaren Fingernerven versorgt werden. Die Erklärung für die Volarversorgung der distalen Theile der mittleren Finger suchte Zander durch die Annahme zu erklären, dass der Nagel ursprünglich ein terminales Gebilde sei, welches erst secundär auf die Dorsalfläche gedrängt wurde durch übergrosse Entwicklung der Volarhaut. Hiegegen hat bereits Gegenbaur in einer sehr zierlichen Abhandlung begründete Einwendungen erhoben, indem er zeigte, dass der Nagel als ein schon ursprünglich dorsales Gebilde aufgefasst werden müsse; nur der Nagelsaum (zwischen vorderem Ende des Nagels und der Fingerbeere), das reducirte Sohlenhorn, ist ventraler Abkunft.

Die Erklärung partieller Versorgung der dorsalen Fingerhaut durch volare Nervenzweige steht hiernach noch aus. Bemerkenswerth ist nun schon der Umstand, dass gerade die drei längsten Finger diese Eigenthümlichkeit erkennen lassen. Schon den dorsalen Nerven der kürzeren Finger fehlen Verbindungszweige mit den volaren Nerven nicht. Sie sind, wie man sich ausdrücken kann, bei den längeren Fingern theilweise selbständig geworden. Die Eigenthümlichkeit verliert aber an Bedeutung noch mehr, wenn wir bedenken, dass alle Nerven der Extremität, nicht bloss diejenigen der Fingerspitzen, von ventralen Nerven herstammen. Die Extremitäten sind ventrale Gebilde und ebenso ihre Nerven; sie werden allein von Rami ventrales der Hals- und Brustnerven versorgt, nicht aber von Rami dorsales. Die sogenannten Nervi dorsales der Extremität sind nur relativ dorsale, in Wirklichkeit ventrale Nerven.

Im Uebrigen erhellt aus dem über die Versorgung der Finger mit Nerven Angegebenen, dass jeder Finger vier Nerven erhält, zwei stärkere volare (Nn. digitales volares) und zwei schwächere dorsale (N. digitales dorsales). Es steht aber nicht bloss der dorsale mit dem volaren Nerven seiner Seite in Verbindung, sondern auch der dorsale mit dem dorsalen, der ventrale mit dem ventralen. So kommt die merkwürdige Erscheinung zu Stande, dass die Sensibilität eines Fingers nicht eher vollständig erlischt, als bis alle vier Fingernerven durchschnitten sind.

Uebersicht über die Nervengebiete der oberen Extremität.

A. Muskelnerven.

Ueber das Muskelgebiet des Schultergürtels ist bereits oben (S. 588) das Nöthige zusammengefasst worden. Auch das Muskelgebiet des Armes kann in ein volares und in ein dorsales eingetheilt werden.

1) Das dorsale Muskelgebiet gehört dem N. radialis an, welcher den Triceps und die dorsale Muskulatur des Unterarms mit der radialen Muskelgruppe desselben versorgt.

2) Das volare Muskelgebiet wird am Oberarm vom N. musculo-cutaneus, am Unterarm vom Medianus versorgt; nur der M. flexor carpi ulnaris und ein Theil des Flexor digitorum profundus beziehen ihre Nerven vom N. ulnaris. Was die Handmuskeln betrifft, so wird vom Medianus die Muskulatur des Daumenballens (mit Ausnahme des M. adductor und des tiefen Kopfes des M. flexor pollicis brevis) nebst 2—3 Lumbricales versorgt; dem Ulnaris gehört die Muskulatur des Kleinfingerballens, 1—2 Lumbricales, und sämmtliche tiefe Muskeln der Hohlhand an, d. i. die Mm. interossei volares und dorsales, der M. adductor pollicis und der tiefe Kopf des Flexor pollicis brevis.

Wichtiger würde es sein, die einzelnen Muskelnerven von bestimmten Wurzeln des Plexus und damit von bestimmten spinalen Wurzeln ableiten zu können. Ueber diese Verhältnisse hat die Zergliederung des menschlichen Plexus genauere Aufschlüsse nicht geliefert, als sie aus der Fig. 345 und dem Schema Fig. 348, 349 erkennbar sind, welches uns indessen mehrere, bereits hervorgehobene Grundzüge und Hauptpunkte wahrnehmen lässt. Denn wir kennen die Entstehung der secundären Stämme aus den primären und die Entstehung der letzteren aus den Plexuswurzeln. Ein wichtiger Umstand, der bisher noch nicht zur Sprache kam, lässt sich bei der Beurtheilung jenes Schema nicht übersehen und ist hier gleich anzuknüpfen; der nämlich, dass der Radialrand der Extremität und die ganze Radialhälfte der Extremität von höher gelegenen Nervenwurzeln versorgt wird, als der Ulnarrand und die Ulnarhälfte der Extremität. Die radiale Hälfte der Extremität ist als proximale, die ulnare als distale Hälfte der Extremität zu bezeichnen. Dieses neurologische Ergebniss stimmt überein mit der Entwicklungsgeschichte der Extremität, nach welcher die Daumenseite der Extremität kopfwärts, die Kleinfingerseite caudalwärts liegt.

Für das Kaninchen liegen auf experimentellem Wege gewonnene Erfahrungen vor [Peyer u. W. Krause], welche über die Abstammung der einzelnen Muskelnerven von bestimmten Wurzeln Aufschluss gegeben haben. Es zeigte sich hier, dass die dem Stamme näheren Muskeln von proximaler, die weiter entfernten von distalen Nerven des Plexus innervirt werden.

B. Hautnerven.

Sämmtliche langen Nerven der Extremität sind bei der Innervation ihrer Haut betheiligt, die einen mit allen Fasern (N. cutaneus medialis und medius), die anderen (N. musculo-cutaneus, ulnaris, medianus und radialis) mit einem Theil. In Fig. 357 sind die einzelnen Hautnervengebiete annäherd abgegrenzt dargestellt, in A. auf der volaren, in B. auf der dorsalen Seite. An der dorsalen Seite verbreitet sich der N. radialis in der ganzen Länge der Extremität, am Oberarm mit seinem R. cutaneus superior (B, r^1) unterhalb derselben und am Unterarm mit dem R. cutaneus inferior (B, r^2), am Rücken der Hand und der drei radialen Finger mit dem N. radialis superficialis (B, r^3). Dies ist nun aber so zu verstehen, dass von den verschiedensten Wurzeln aus die zugehörigen Theile in einen einzigen Stamm, eben den hinteren Stamm (mit dem N. axillaris) zusammengefasst erscheinen. Die volare Seite der Haut der oberen Extremität wird versorgt von dem N. cutaneus medialis und medius, sowie von dem Hautzweig des Musculo-cutaneus und dem Oberarmhautast des N. medianus (Fig. 357, A). In der Gegend des Handgelenks kommen die Rami

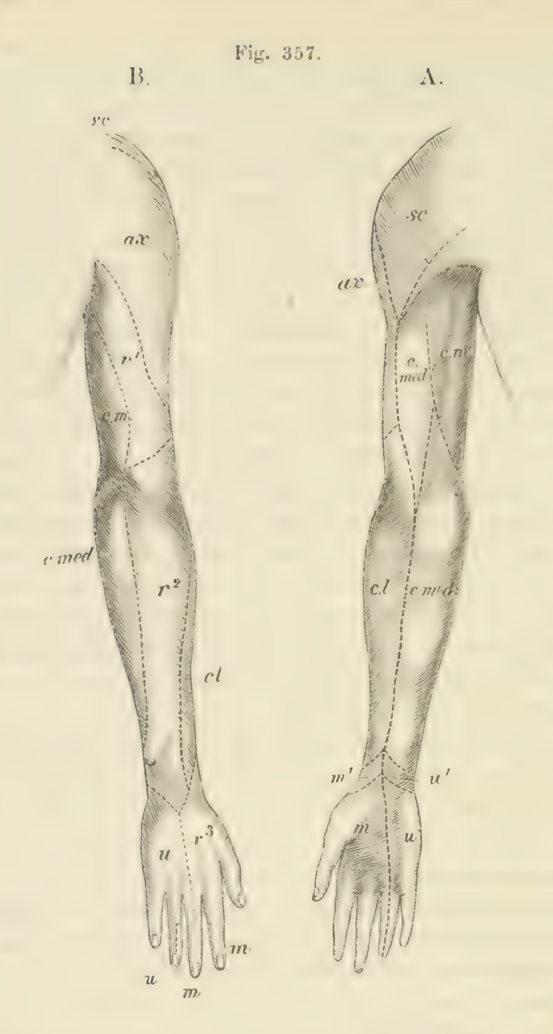


Fig. 357. Uebersicht über die Gebiete der Hautnerven der oberen Extremität.

A, volare, B, dorsale Seite.

sc, Nn. suprascapulares. ax, N. axillaris. c.m., N. cutaneus medialis. c.med., N. cutaneus medius. c.med', dessen Gebiet am Oberarm. cl., N. musculo-cutaneus. r^1, oberer, r^2, unterer Hautast des N. radialis. r^3, Radialis am Handrücken. u, N. ulnaris an der Hand. u^1, dessen Ramus palmaris. m, N. medianus an der Hand. m^1, dessen Ramus palmaris.

palmares des N. medianus und ulnaris hinzu. Im Handgebiet ist es die Endausbreitung des N. medianus und ulnaris, die in Frage kommt. Am Radialrand der volaren Fläche der Extremität haben wir vor Allem also Ausbreitungen des N. medianus nebst dem so eng mit ihm verbundenen Musculo-cutaneus (cl), dass er als eine proximale Ergänzung des Medianus erscheint (Fig. 344 mc). So ist es auf dem Radialrand, auf der lateralen Hälfte. Auf der medialen Hälfte der Extremität dagegen sind es die dem N. ulnaris zugehörigen oder eng mit ihm verbundenen Nerven, welchen die Hautversorgung zufällt. Man kann in Kürze darum von einer Medianus- und Ulnarishälfte der volaren Haut der Extremität sprechen. Beide Hälften greifen auf das dorsale Gebiet über und engen so die Radialisverbreitung ein (s. Fig. 357, B, cm, cmed, cl). In der Schultergegend hat auf der vorderen Fläche das Gebiet der Nn. supraclaviculares seine Lage (Fig. 357, A.sc); dieselben schliessen sich ihrer Abkunft nach an den N. medianus eng an. Auf der hinteren Fläche (357, B) wird das Radialisgebiet umgrenzt und begrenzt durch das Gebiet des N. axillaris, der mit dem N. radialis eng zusammenhängt.

Im Ganzen also wird die radiale Seite der Extremität von Nerven versorgt, deren Fasern auf den proximalen Theil des Plexus, auf den fünften bis siebenten Halsnerven zurückzuführen sind. An der ulnaren Seite liegen die Nerven, welche dem unteren secundären Stamm, dem distalen Theil des Plexus, und damit dem achten Hals- und ersten Dorsalnerven angehören, Verhältnisse, welche mit dem unter A. Bemerkten vollständig übereinstimmen.

II. Nervi dorsales s. thoracici.

Die Nn. dorsales bestehen aus 12 Paaren, welche mit Ausnahme des ersten Paares, im Vergleich mit der unteren Hälfte der Halsnerven, eine sehr geringe Stärke besitzen. Nach unten nimmt ihre Stärke indessen wieder etwas zu. Die Schwäche der Dorsal- oder Brustnerven ist nicht unverständlich, wenn wir bedenken, wodurch die Stärke der unteren Halsnerven bedingt wird. Die Muskelmassen des Schultergürtels und der Extremität, die bedeutende Entfaltung der Haut, welche durch die Gegenwart der Extremität veranlasst wird, diese beiden Ursachen sind es vorzugsweise, welche die Stärke der vier unteren Halsnerven und des ersten Brustnerven erklären. Lassen wir jene Muskeln und die Hauthülle der Extremität hinweg, so haben wir ähnliche Verhältnisse wie am Rumpf; die Nerven entsprechen der Hautausdehnung und dem Muskelbetrag. Es kommt aber noch ein andrer Umstand hinzu, welcher dazu beiträgt, den Unterschied zwischen der Stärke der unteren Halsnerven und der Brustnerven zu verstärken. Der Thorax wird, wie uns bereits bekannt ist, zum Theil von einer Muskulatur überlagert, welche zur Extremität gehört und welche ihre Nerven gar nicht von Brustnerven, sondern von höher oben gelegenen Nerven erhält, theilweise selbst von Kopfnerven. Die zur oberen Extremität gehörigen Brust- und breiten Rückenmuskeln sind also von einer Versorgung durch Brustnerven ausgeschlossen; um so schwächer werden die Brust-, um so stärker die höher oben gelegenen Nerven sein müssen.

Ueber die aus dem gemeinschaftlichen Stamm entspringenden Nervi sinuvertebrales, sowie über die Nn. communicantes s. oben S. 572.

Wir betrachten zuerst die hinteren, alsdann die vorderen Aeste der Dorsalnerven.

A. Die hinteren Aeste der Dorsalnerven (Fig. 344, d^1—d^{12}).

Sie gelangen zwischen je zwei Querfortsätzen zu ihrem Verbreitungsgebiet und zerfallen in die beiden typischen Zweige, in den lateralen und den medialen. Ausser den stets vorhandenen Muskelästen können beide auch Hautnerven abgeben. Am häufigsten kommt es vor, dass die acht oberen Dorsalnerven starke mediale, die vier unteren starke laterale Hautzweige entsenden. Die medialen Hautzweige durchbohren neben den Wirbeldornen den M. trapezius, weiter unten diesen und den Latissimus dorsi. Die vier unteren lateralen haben ihre Austrittsstellen etwa an der Grenzlinie zwischen der Ursprungssehne und dem Muskelfleisch des Latissimus dorsi. Die Rami laterales (Fig. 344 rechts d^1—d^{12}) schlagen gleich nach ihrer Entstehung unter dem M. longissimus dorsi lateralwärts, treten in dem Zwischenraum zwischen diesem Muskel und dem M. ilio-costalis hervor und versorgen die beiden genannten Muskeln in ihrer ganzen Rückenausdehnung. Die Rami mediales (Fig. 344 rechts, medianwärts von d^1—d^{12}) dringen zwischen dem M. multifidus spinae und semispinalis hervor, entsenden von hier aus die erwähnten, neben den Dornfortsätzen erscheinenden Hautäste und versorgen die Mm. rotatores, den M. multifidus, semispinalis und spinalis dorsi. Die Hautzweige der medialen Aeste sind, wie gesagt, sehr klein.

B. Die vorderen Aeste der Dorsalnerven.

Die vorderen oder ventralen Aeste der Dorsalnerven heissen Nn. intercostales s. subcostales. Nur die 11 oberen sind wirklich intercostal; der zwölfte ist

subcostal, er liegt unterhalb der zwölften Rippe. Nur die 6 oberen Nerven verlaufen vollständig in Intercostalräumen bis zum Sternalrand; die 6 unteren Nerven dringen über die Intercostalräume hinaus in die Bauchwandungen, bis in die Gegend der Linea alba, die man auch als Abdominalsternum bezeichnet hat. Um die Bauchwand zu erreichen, muss der siebente bis neunte Nerv die hintere Fläche der aufsteigenden Rippenknorpel kreuzen. Die oberen Intercostalnerven haben mehr horizontale, die unteren zunehmend abschüssige Bahnen, wie dies ja schon der fächerförmigen Ausstrahlung der Rippen entspricht.

Die zu versorgenden Muskeln sind: die Intercostales externi und interni, subcostales, der Triangularis sterni, die Levatores costarum, der Serratus posticus superior und inferior, die drei breiten Bauchmuskeln, der Rectus abdominis, Pyramidalis und ein Randtheil des Zwerchfells. Die zu versorgende Haut ist nach hinten abgegrenzt durch eine Linie, welche vom Akromion in medianwärts eingebogener Richtung abwärts zieht. Durch die Einfügung des Schultergürtels werden dem Stamm nicht bloss Muskeln entzogen; denn die Haut der oberen Brustgegend fällt den Supraclavicularnerven anheim. Das Gebiet des Mons pubis und ein Hautstreifen oberhalb des Ligamentum Poupartii gehört bereits den Lendennerven an. Zur Versorgung dieses Hautgebietes dienen zwei Reihen perforirender Aeste, eine laterale Reihe stärkerer Aeste, Rami perforantes laterales (Fig. 358, 5, 5), und eine der vorderen Mittellinie nahe vordere Reihe schwächerer Aeste, Rami perforantes anteriores (Fig. 358, 4', 4'). Jeder Intercostalnerv entsendet hiernach einen seitlichen und vorderen perforirenden Ast. Nur dem Intercostalis I fehlt der seitliche perforirende Ast, oder vielmehr, er überschreitet die erste Rippe und wird Extremitätennerv, als fünfte Wurzel des Plexus cervicalis. Ein Theil des seitlichen perforirenden Astes vom Intercostalis II ist der N. intercosto-humeralis. Selbst der dritte Intercostalnerv kann noch eine Verbindung mit dem N. cutaneus medialis eingehen. Die vorderen perforirenden Aeste sind bei sämmtlichen Intercostalnerven vorhanden, nur dem ersten fehlt er zuweilen. Die vorderen perforirenden Aeste des Bauches sind nicht selten mehrfach, und häufig unregelmässiger in ihren Austrittsstellen.

Alle Intercostalnerven, den zwölften ausgenommen, verlaufen nach ihrer Trennung vom dorsalen Ast in den zugehörigen Intercostalräumen vor dem Lig. costotransversarium anticum und auf der inneren Fläche der Mm. intercostales externi. Von der Wirbelsäule bis zu den Rippenwinkeln fehlen nun die Mm. intercostales interni. Innerhalb dieser Strecke werden darum die Nn. intercostales nur von der Fascia endothoracica und von der Pleura costalis bedeckt. Mit dem Beginn der Intercostales interni liegen die Nerven zwischen diesen und den äusseren. Anfangs folgen sie dem oberen Rand und nähern sich allmählich mehr der Mitte des Intercostalraums. Sie werden begleitet von den Vasa intercostalia, doch liegen letztere im Sulcus costalis, die Nerven unterhalb der Gefässe. Die beiden ersten Intercostalnerven liegen dagegen theilweise selbst auf der inneren Fläche der zugehörigen Rippe, wodurch sich um so leichter das Ueberschreiten der ersten Rippe von Seiten der als Ramus perforans gedeuteten fünften Wurzel des Plexus brachialis erklärt. Der letzte Intercostalnerv liegt vor dem M. quadratus lumborum. Der siebente bis elfte Intercostalalnerv dringen zwischen den Costalzacken des Zwerchfells hindurch in die Muskulatur der Bauch-

wand ein und ziehen nunmehr, wie der zwölfte, zwischen dem M. transversus und Obliquus internus abdominis dahin.

Fig. 358.

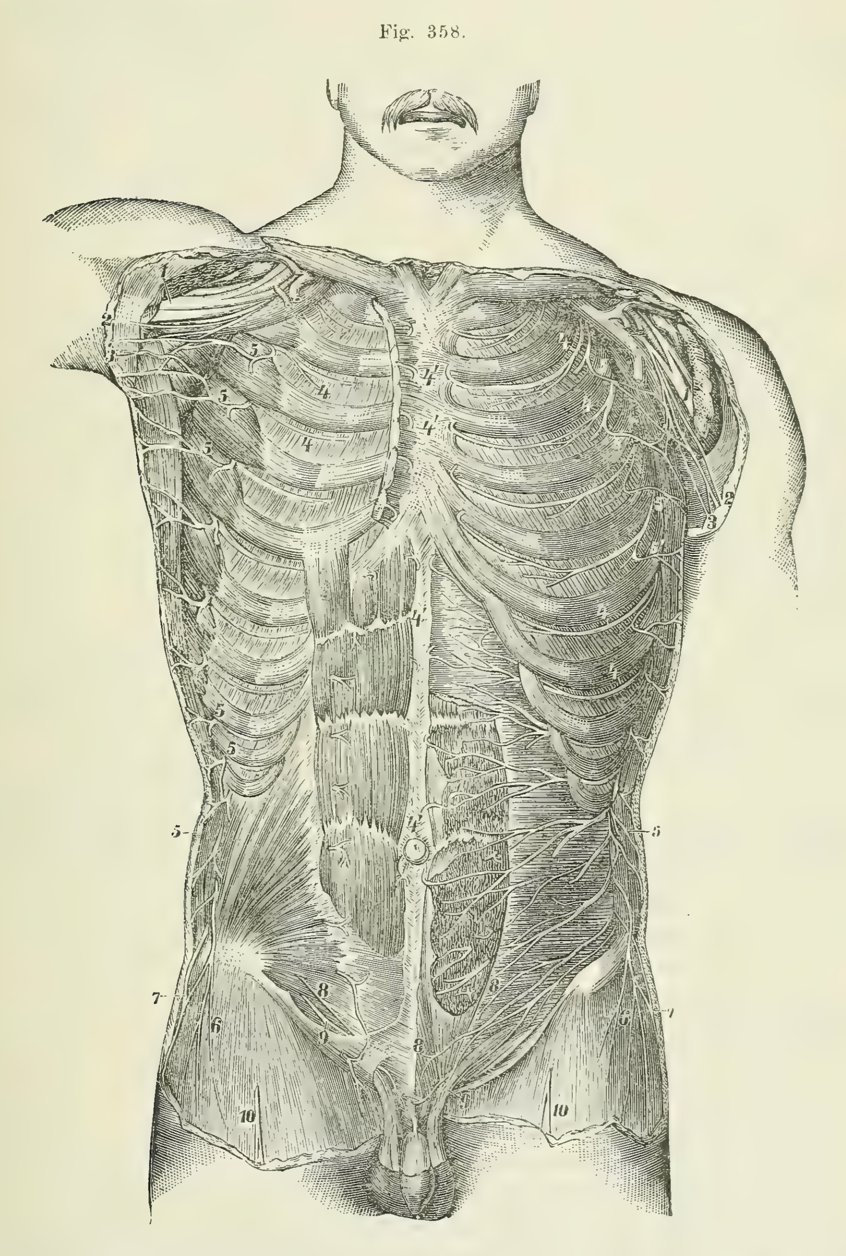


Fig. 358. Verzweigung der ventralen Aeste der Nn. dorsales. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^{1}/_{4}$.

M. pectoralis major und minor sind beiderseits entfernt; rechts ist M. obliquus internus und rectus abdominis freigelegt; links ist der M. serratus anticus, sowie ein Theil des M. rectus abdominis entfernt und der M. transversus abdominis dargestellt. — 1, Plexus brachialis; 2, N. cutaneus medialis, 3, N. intercosto-humeralis; 4, 4, Nn. intercostales; 4', 4', deren Rami perforantes anteriores; 5, 5, 5, Rami perforantes laterales; 6, der entsprechende zur Hüfte gelangende Zweig des zwölften Intercostalnerven; 7, R. iliacus des N. ilio-hypogastricus; 8, R. abdominalis desselben Nerven; 9, N. ilio-inguinalis; 10, N. cutaneus medius femoris.

Verbindungen der Intercostalnerven.

Die Stämme der Intercostalnerven verbinden sich

1) mit dem Sympathicus, durch je 1 - 2 Rami communicantes (s. Sympathicus).

2) mit den ventralen Stämmen benachbarter Körpersegmente; so mit dem Ramus ventralis des achten Halsnerven durch den ersten Brustnerven; mit dem Ramus ventralis des ersten Lendennerven durch den letzten Intercostalnerven.

3) Die Intercostalnerven gehen nur selten unter sich selbst Verbindungen ein, ausgenommen die Verbindung des zweiten mit dem ersten. Unter den übrigen werden dennoch hie und da Verbindungen hergestellt durch feine Fäden, welche von einem oberen Nerven ausgehen und zu einem unteren gelangen.

I. Zweige der Intercostalnerven.

Sie zerfallen, wie erwähnt, in Muskel- und Hautzweige.

1) Muskelzweige.

Es empfiehlt sich, die 7 oberen von den 5 unteren zu trennen, da letztere grösstentheils zu den Bauchmuskeln ziehen.

Die sieben oberen Intercostalnerven entsenden Zweige für folgende Muskeln:

1) Für die Intercostales externi und interni mit den Subcostales. Sie sind in jedem Zwischenknochenraum mehrfach vorhanden, der hinterste ist meist der stärkste.

2) Für die Levatores costarum. Sie entstehen aus dem Anfangstheile der Nerven.

3) Für den Serratus posticus superior. Sie stammen vom ersten bis vierten Intercostalnerven und dringen durch die Intercostales externi hindurch zu den vier Zacken [Rieländer]; die oberste Zacke erhält oft noch einen Faden vom Plexus brachialis.

4) Für den M. triangularis sterni. Sie stammen von vorderen Ausläufern des dritten bis sechsten Intercostalnerven. Der entsprechende Faden des siebenten Intercostalnerven versorgt bereits die erste Zacke des M. transversus abdominis.

5) Für den obersten Theil des Rectus abdominis. Sie gehen aus den vorderen Enden des fünften bis siebenten Intercostalnerven hervor.

Die fünf unteren Intercostalnerven entsenden Zweige:

1) Für die Mm. intercostales interni und externi mit den Subcostales.

2) Für die unteren Levatores costarum.

3) Für den M. serratus posticus inferior; sie stammen aus Fäden vom neunten bis elften Intercostalnerven [Rieländer].

4) Für die Mm. obliquus abdominis externus, internus und transversus abdominis. Sie werden versorgt, indem die fünf unteren Intercostalnerven zwischen dem M. obliquus internus und dem Transversus hinziehen.

5) Für den M. rectus abdominis unterhalb seiner Inscriptio prima. Die vorderen Enden der fünf unteren Intercostalnerven gelangen nämlich aus dem Zwischenraum zwischen dem Obliquus und Transversus abdominis in die Rectusscheide und dringen von innen in das Fleisch vor.

6) Für den M. pyramidalis.

7) Für den Costalrand des Zwerchfells [Luschka].

2) Hautzweige der Intercostalnerven.

Sie sind stärker als die Muskelzweige und zerfallen in Rami perforantes laterales und anteriores.

1) Die Rami perforantes laterales (Fig. 358, 5). Sie treten von den Intercostalnerven etwa in der Mitte des Intercostalraums ab und sind auch als Rami externi der Intercostalnerven beschrieben worden, während die Fortsetzung des Stammes Ramus internus hiess. In der Mitte zwischen der Axillarlinie und der vorderen Mittellinie treten sie durch die Mm. intercostales externi, die untersten durch den M. obliquus abdominis externus unter die Haut. Die sieben oberen kommen dabei zwischen den Zacken des Serratus anticus major zum Vorschein (Fig. 358, links, 5), die unteren vor den Rippenzacken des Latissimus dorsi. Der seitliche perforirende Ast des zwölften Intercostalnerven durchbricht den Obliquus externus. Alle diese perforirenden Aeste theilen sich im Bereich der genannten Muskelzacken in zwei Zweige, die sich unter der Haut nach zwei entgegengesetzten Richtungen wenden; die vorderen, stärkeren (*Rami cutanei anteriores*) nach vorn, die hinteren (*Rami posteriores*) nach hinten. Der hintere Ast des seitlichen perforirenden Zweiges vom zweiten Intercostalnerven wurde bereits oben (S. 590, 604) als *Intercosto-humeralis* beschrieben.

Die Rami cutanei anteriores des zweiten bis sechsten Intercostalnerven begeben sich um den unteren Rand des Pectoralis major medianwärts und versorgen die Haut bis zur Brustwarze. Vom vierten bis sechsten gelangen auch Zweige in die Brustdrüse selbst [Eckhard]. Diejenigen des siebenten bis elften N. intercostalis versorgen die Bauchhaut bis etwa zum lateralen Rand des Rectus abdominis. Der Ramus cutaneus anterior des zwölften Intercostalnerven schickt ausserdem einen Zweig über den Darmbeinkamm (Fig. 358, 6) zu der über dem Glutaeus medius gelegenen Haut; er lässt sich bisweilen bis zur Gegend des Trochanter major verfolgen.

Die seitlichen perforirenden Aeste des zweiten bis sechsten Intercostalnerven werden auch *Nn. cutanei pectoris laterales* genannt, während die seitlichen perforirenden Zweige der fünf oder sechs unteren Intercostalnerven *Nn. cutanei abdominales laterales* heissen.

2) Die Rami perforantes anteriores (Fig. 358, 4', 4').

Die vorderen perforirenden Aeste der sechs oberen Intercostalnerven werden als vordere Hautnerven der Brust, *Nn. cutanei pectoris anteriores*, bezeichnet. Sie gelangen, den Pectoralis major durchbrechend, am Seitenrand des Sternum zur Haut, um sich in ihr median- und lateralwärts zu verbreiten. Zweige des zweiten bis vierten vorderen Hautnerven gelangen zur Haut der Brustdrüse.

Die vorderen perforirenden Aeste der sechs unteren Intercostalnerven heissen vordere Hautnerven des Bauches, *Nn cutanei abdominis anteriores.* Sie sind die sensiblen Endzweige der in die Rectusscheide eingetretenen, den Rectus versorgenden Nerven. Sie durchbrechen den Muskel oder gelangen um seinen medialen Rand zum vorderen Blatt der Rectusscheide und treten durch Lücken desselben zur Haut. Der betreffende Ast des letzten Intercostalnerven liegt etwas unterhalb der Mitte des Abstandes zwischen Nabel und Schambeinfuge.

III. Nervi lumbales.

Die Zunahme an Stärke, welche bereits an den unteren Dorsalnerven zu Tage trat, setzt sich an den fünf Lendennerven in steigendem Grade fort. Sie kommt jedoch ausschliesslich dem Ramus anterior zu gute. Denn die Rami posteriores der Lendennerven sind von geringer Mächtigkeit und nehmen nach unten zu sogar ab, so dass die der letzten nur mit feinen Zweigen zur Haut gelangen und sich fast vollständig in der Muskulatur erschöpfen.

Ueber den Lendentheil der Nn. sinuvertebrales und die Rami communicantes s. oben S. 572.

A. Die Rami posteriores s. dorsales der Lendennerven (Fig. 344. l, l, l′, l′). **Sie besitzen die typischen lateralen und medialen Zweige.**

Die lateralen Zweige nehmen von oben nach unten an Stärke ab, versorgen die Mm. intertransversarii lumbales und den Lendentheil des M. sacrolumbalis. Nur die der drei oberen senden durch den M. iliocostalis hindurch ansehnliche Hautzweige, welche die Fascia lumbodorsalis durchbohren und über den Darmbeinkamm hinweg zum oberen Theil der Gefässgegend, lateralwärts bis zur Gegend des Trochanter major sich begeben; es sind dies die Nn. clunium superiores s. lumbales. Der unterste derselben verbindet sich mit dem entsprechenden Zweige des ersten Sacralnerven. Die lateralen Zweige der beiden unteren Lendennerven liefern überhaupt keine Hautzweige, sondern gehen ganz in der Versorgung der Muskeln auf.

Die medialen Zweige der Rami posteriores der oberen Lendennerven sind Muskelnerven (für den Multifidus spinae und die Mm. interspinales); dagegen entwickeln die unteren Lendennerven feine mediale Hautzweige.

B. Die Rami anteriores s. ventrales der Lendennerven.

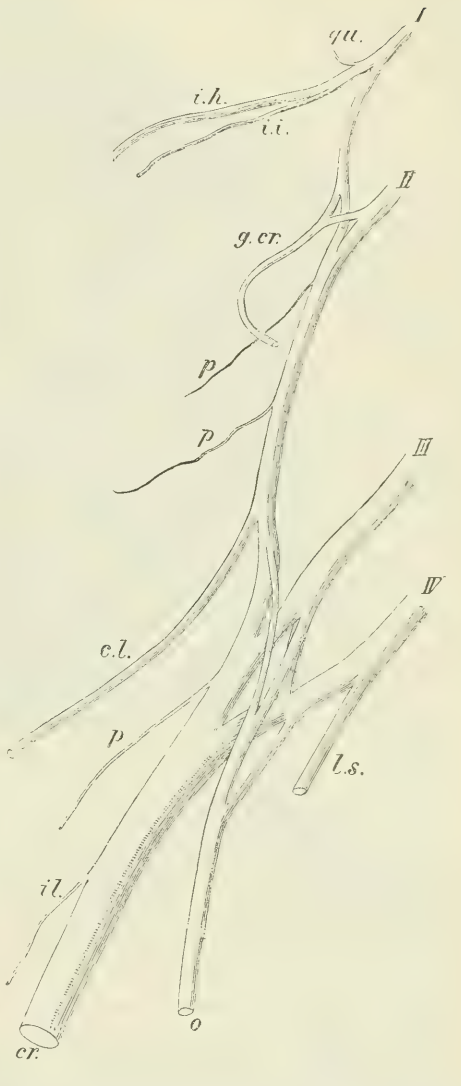
Die Stärke der vorderen Aeste der Lendennerven nimmt vom ersten bis fünften bedeutend zu: der erste Ramus ventralis hat etwa $2^1/_2$ mm Durchmesser, der zweite bereits gegen 4, der dritte und vierte gegen 6, der fünfte 7 mm.

Wie bei den Halsnerven, so werden auch die Rami ventrales der Lendennerven durch Ansae miteinander verbunden. Die Rami ventrales I—III und die obere Hälfte des Ramus ventralis IV treten auf diese Weise zu einem bedeutenden Plexus zusammen, dem Plexus lumbalis s. cruralis (Fig. 359). Die untere kleinere Hälfte des Ramus ventralis IV verbindet sich mit dem Ramus ventralis V zu einem dicken Stamm, dem N. lumbo-sacralis (Fig. 360, IV′ + V′), welcher über die Crista arcuata interna ins kleine Becken gelangt und sich vor dem M. pyriformis mit den Rami ventrales sacrales zum Plexus sacralis vereinigt (Fig. 360).

Die drei Ansae lumbales verhalten sich folgendermassen. Der Ramus ventralis I theilt sich in zwei fast gleich starke Zweige, von welchen der obere sich in periphere Aeste auflöst, während der untere sich mit dem Ramus ventralis II verbindet. Dieser zieht neben der Lendenwirbelsäule herab und verbindet sich in der Höhe des vierten Lendenwirbels zuerst mit dem grösseren Theile des Ramus III, gleich darauf mit der grösseren Hälfte des Ramus ventralis IV. Durch spitzwinkelige Vereinigung dieser drei Wurzeln entsteht der Hauptnerv des Plexus, der N. cruralis (Fig. 359, cr und 360).

Fig. 359. Plexus lumbalis.

I, II, III, IV, ventraler Ast des ersten bis vierten Lumbalnerven. ih, N. ilio-hypogastricus. ii, N. ilio-inguinalis. gcr., N. genito-cruralis. p, p, Zweige für den Psoas. qu., Zweig für den M. quadratus lumborum. o, N. obturatorius mit drei Wurzeln. cr., N, cruralis mit drei Wurzeln. il, Zweig für den Musc. iliacus internus. cl, N. cutaneus lateralis. ls., Verbindungszweig des Plexus lumbalis mit dem Plexus sacralis.



Vom Austritt aus dem Foramen intervertebrale bis zur Theilung und Vereinigung ist der Ramus ventralis I und IV nur wenige mm lang; der Ramus ventralis II misst 10, der Ramus ventralis III dagegen 20—25 mm. Der Plexus lumbalis tritt nicht frei auf der hinteren Bauchwand zu Tage, sondern ist im Fleische des M. psoas verborgen und liegt vor den Processus costarii der Lendenwirbel.

Die Verbindungen des Plexus lateralis sind die folgenden:

1) mit dem N. intercostalis XII (Fig. 360, zwischen DXII und LI);

2) mit dem Plexus sacralis, durch die untere Hälfte des Ramus ventralis IV;

3) mit dem Lendentheil des Sympathicus durch je zwei bis drei lange Rami communicantes.

Die Aeste des Plexus lumbalis können der Uebersichtlichkeit wegen in kurze und lange eingetheilt werden.

Als kurze Aeste sind zu nennen:

1) Der Nerv für den M. quadratus lumborum (Fig. 359, qu.) kommt aus dem Anfangstheil des Ramus ventralis lumbalis I.

2) Die Nerven für den M. psoas major und minor (Fig. 359, p, p, p) entspringen von der zweiten und dritten Ansa lumbalis.

Als lange Aeste des Plexus lumbalis sind die folgenden zu unterscheiden:

1) Der N. lumbo-dorsalis. So wird zweckmässig mit Schwalbe die Fortsetzung des Stammes des Ramus ventralis des ersten Lendennerven genannt, um damit hervorzuheben, dass die beiden Endäste des Nerven, der N. ilio-hypogastricus und ilio-inguinalis, zusammen einem Intercostalnerven entsprechen [H. Meyer, Holl]; sie besitzen, wie diese, auch einen Ramus perforans lateralis und anterior. Schon innerhalb des Psoas, oder ausserhalb desselben

zerfällt der N. lumbo-dorsalis in seine beiden Bestandtheile, den N. ilio-hypogastricus und ilio-inguinalis.

Fig. 360.



Fig. 360. Schematische Darstellung des Plexus lumbo-sacralis. $^1/_2$.

DXII, letzter Dorsalnerv. LI—V, erster bis fünfter Lendennerv. SI—V, erster bis fünfter Sacralnerv. CI, N. coccygeus. p, p, p, dorsale Aeste dieser Nerven. p′, p′, Plexus sacralis posterior. LI bis IV treten zum Plexus lumbalis, LIV′ bis SIII zum Plexus ischiadicus, SIII und SIV zum Plexus pudendo-haemorrhoidalis, SV und CI zum Plexus coccygeus zusammen. d, 1, letzter Intercostalnerv. 1, N. ilio-hypogastricus. 1′, N. ilio-inguinalis. 2, N. genito-cruralis. 2′, N. cutaneus femoris lateralis. ps, ps, Zweige zum M. psoas major. cr, N. cruralis. il, Zweige zum M. iliacus internus. ob, N. obturatorius. ob′, N. obturatorius accessorius. IV′, V′, treten zum N. lumbo-sacralis zusammen. 3, N. glutaeus superior. 4, 4′, N. glutaeus inferior. 5, 5′, N. cutaneus femoris posterior. sc, N. ischiadicus. 6, 6, 6′, 6′, Zweige zu den Rollmuskeln und zum Hüftgelenk. 7, Zweig für den M. pyriformis. 8, N. pudendus communis. 9, 9, Rami viscerales. 9′, Zweig zum M. levator ani. 10, Zweig zum M. coccygeus. 11, N. ano-coccygeus.

a) Der N. ilio-hypogastricus (Fig. 361, 4; 362, 1) gelangt zur vorderen Fläche des Quadratus lumborum und zieht parallel dem letzten Intercostalnerven herab, um jenseits des Quadratus lumborum über dem Dammbeinkamm zwischen den Transversus und Obliquus internus abdominis zu treten. Ueber der Mitte des Dammbeinkammes zerfällt er in seine beiden Endäste, die dem seitlichen perforirenden und dem vorderen Endast eines Intercostalnerven entsprechen.

Der Ramus iliacus, (Hüftast, Fig. 358, 7), durchbricht oberhalb der Mitte des Dammbeinkammes den Obliquus internus und externus, und gelangt über den Dammbeinkamm absteigend zur Haut über der Fascie des Glutaeus medius, wo er mit dem seitlichen perforirenden Hautast des Intercostalis XII Verbindungen eingeht.

Der Ramus hypogastricus (Bauchast). Zwischen dem Transversus und Obliquus internus seinen Weg fortsetzend, gelangt er absteigend gegen die vordere Mittellinie des Bauches, gibt den genannten Muskeln und dem Obliquus externus Zweige, durchbricht oberhalb der inneren Pforte des Leistenkanals den Obliquus internus und die Sehne des externus und gelangt an der oberen medialen Seite des Annulus inguinalis externus unter die Haut (Fig. 358, 8) als Ramus perforans anterior. Ueber der Spina iliaca anterior superior vorbeiziehend verbindet er sich mit dem (folgenden) N. ileo-inguinalis und kann denselben ganz in seine Bahn herüberziehen.

Fig. 361.

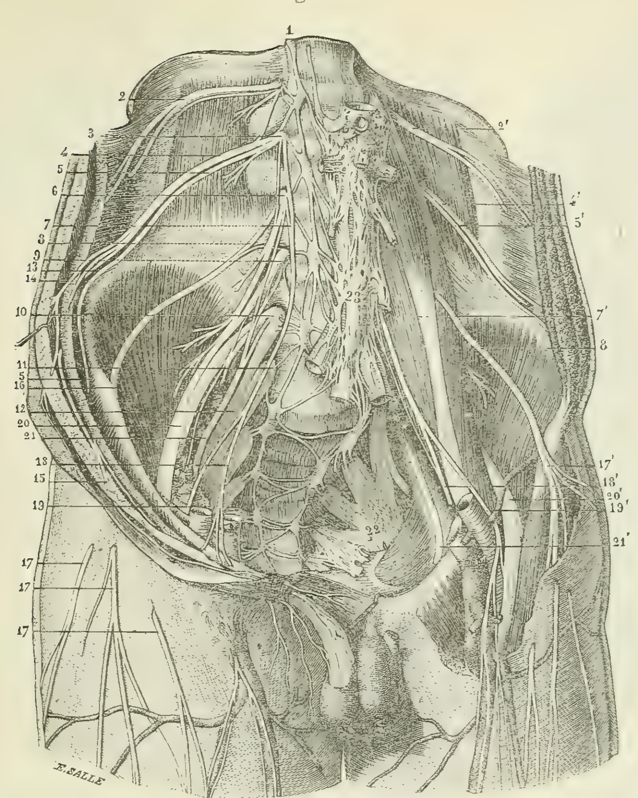


Fig. 361. Ansicht der Aeste des Lendengeflechtes von vorn. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/4.

Auf der rechten Seite ist der Psoas major wegpräparirt, links ist die vordere Bauchwand sammt dem Lig. Poupartii entfernt. 1, Grenzstrang des Sympathicus. 2, 2', vorderer Ast des zwölften Dorsalnerven. 3, erster Lendennerv. 4, 4', N. ilio-hypogastricus. 5, 5', N. ilio-inguinalis. 6, zweiter Lendennerv. 7, 7', N. genito-cruralis. 8, 8', N. cutaneus femoris lateralis. 9, dritter Lendennerv. 10, vierter, 11, fünfter Lendennerv. 12, N. lumbosacralis. 13, Ramus hypogastricus, 14, Ramus iliacus n. ilio-hypogastrici. 15, Ramus inguinalis n. ilio-inguinalis. 16, N. cutaneus femoris lateralis dexter. 17, 17, 17, seine Hautäste. 17', N. cutaneus femoris lateralis sinister. 18, 18', N. spermaticus externus. 19, 19', N. lumbo-inguinalis. 20, 20', N. cruralis. 21, 21', N. obturatorius. 22, N. ischiadicus sinister. 23, Plexus aorticus n. sympathici in Verbindung mit den benachbarten Geflechten und dem Grenzstrange.

b) Der N. ilio-inguinalis (Fig. 361, 5; 362, 2) ist der dünnere der beiden Zweige des N. lumbo-dorsalis, verläuft dem vorhergehenden ähnlich und unterhalb desselben über den Quadratus lumborum, zieht dicht über dem Darmbeinkamm zum Transversus abdominis, durchbricht ihn etwas weiter vorn als jener, nimmt nun zwischen ihm und dem Obliquus internus seinen Weg nach vorn (Fig. 361, 15), verbindet sich mit dem N. ilio-hypogastricus und gelangt durch den Leistenkanal oder unter Durchbrechung des unteren Schenkels seiner äusseren Pforte zum Samenstrang, wo er in seine Endzweige zerfällt. Die genannten Bauchmuskeln erhalten während seines Verlaufes zwischen ihnen feine Fäden, ebenso der Obliquus externus. Die sensiblen Endzweige zerfallen in Rami descendentes s. laterales und in Rami transversales s. mediales.

Die Rami descendentes verbreiten sich in der Haut der medialen Leistengegend und (unbeständig) des obersten medialen Theiles des Oberschenkels.

Die Rami transversales ziehen zur Haut des Mons pubis und endigen hier.

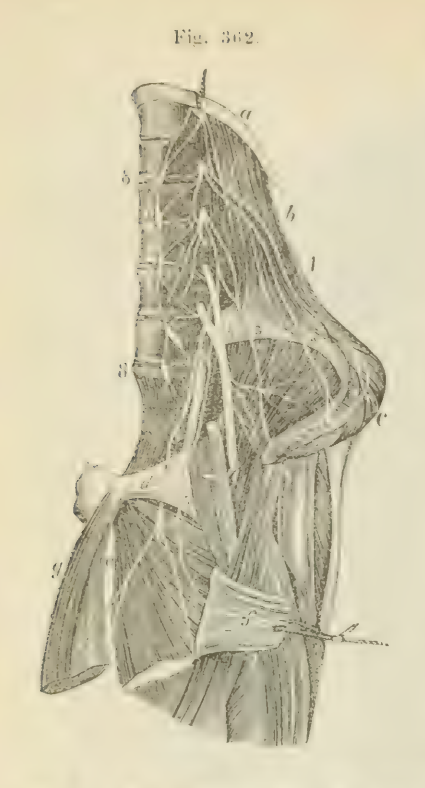


Fig. 362. Das Lendengeflecht von vorn mit der Vertheilung seiner oberen Aeste, zum Theil nach J. A. Schmidt (1794). $^1/_3$.

a, letzte Rippe. b, M. quadratus lumborum. c, seitliche Bauchmuskeln, dicht am Hüftkamme abgeschnitten. d, Schambein. e, M. abductor brevis. f, M. pectineus abgeschnitten und zurückgeschlagen. g, M. abductor longus. 1, N. ilio-hypogastricus. 2, N. ilio-inguinalis. 3, N. cutaneus lateralis. 4, N. cruralis. 5, N. obturatorius accessorius. 6, N. obturatorius, durch eine Schlinge unterhalb des Schambeins mit dem vorigen verbunden. 7, N. genitocruralis. 8, Grenzstrang des N. sympathicus.

2) Der N. genito-femoralis s. genito-cruralis (genito-femoralis) (Fig. 361, 7).

Die eine seiner Wurzeln gehört der Ansa lumbalis I an, die andere dem Ramus ventralis II. Schon im Psoas oder auf dessen Vorderfläche theilt er sich in den N. spermaticus externus und den N. lumbo-inguinalis. Beide Aeste können auch von Anfang an gesondert sein.

a) Der N. lumbo-inguinalis (Fig. 361, 19) stammt aus dem zweiten Lendennerven, zieht lateralwärts vom N. spermaticus externus auf dem Psoas herab und begibt sich lateralwärts von den Schenkelgefässen unter dem Lig. Poupartii unter die Haut der vorderen Fläche des Oberschenkels. Einige seiner Zweige treten durch die Fossa ovalis aus (Fig. 361), andere lateralwärts von ihr. Die äussersten Zweige können zuweilen bis zur Mitte des Oberschenkels verfolgt werden. Der Lumbo-inguinalis übernimmt nicht selten Fasern aus der Bahn des Ilio-inguinalis und kann dessen vollständigen Hautast abgeben.

b) Der N. spermaticus externus (Fig. 361, 18) enthält die aus dem ersten Lendennerven stammenden Fasern des N. genito-femoralis, läuft in der Nähe des medialen Randes des Psoas herab, gibt der A. iliaca externa einen Zweig, kreuzt die Schenkelgefässe und biegt medianwärts von der inneren Pforte zur hinteren Wand des Leistenkanals empor. Hierbei gelangt er zur medialen unteren Seite des Samenstrangs (oder des Lig. uteri rotundum) und begleitet ihn durch die äussere Pforte hindurch in den Hodensack. Nach seinem Austritt verbindet er sich mit Fäden des N. ilio-inguinalis, woraus die vollständige oder theilweise Vertretung beider Nerven verständlich wird. Er ist besonders für den M. cremaster und die Tunica dartos bestimmt, geht auch Verbindungen mit dem Plexus spermaticus ein [C. Krause].

3) Der N. cutaneus femoris lateralis (Fig. 361, 8, 16, 17, 17'; 362, 3; 363, 1; 364, 23) entsteht aus der zweiten Ansa lumbalis (Fig. 359), gelangt an die laterale Seite des Psoas, sodann (Fig. 361, 16) auf den M. iliacus internus und zieht, von der Fascia iliaca bedeckt, herab zur Gegend der Spina iliaca anterior superior. Er betritt hierauf, indem er unter dem Lig. Poupartii und vor der A. circumflexa iliaca interna hinweg zieht, das Oberschenkelgebiet, liegt

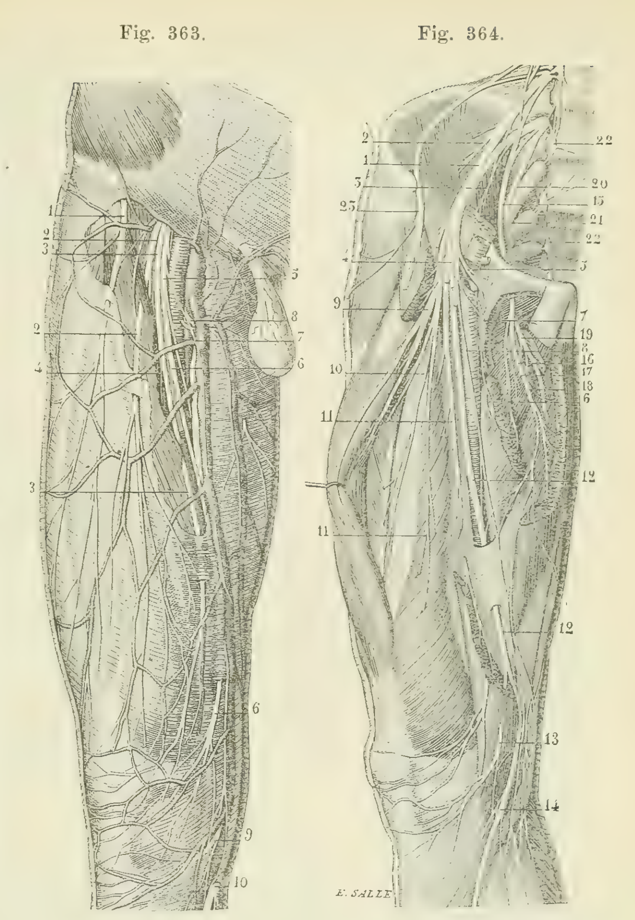


Fig. 363. **Hautnerven an der vorderen und medialen Fläche des Oberschenkels.** (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/5.

1, N. cutaneus femoris lateralis. 2, 3, Nn. cutanei femoris anteriores s. medii. 4, Zweig für den M. sartorius. 5, 6, 7, 8, N. cutaneus medialis und seine Zweige. 9, R. patellaris des N. saphenus. 10, Fortsetzung des N. saphenus am Unterschenkel. An der medialen Seite des Oberschenkels etwas unterhalb des Scrotum sieht man ferner den Austritt des R. cutaneus n. obturatorii

Fig. 364. **Tiefe Nerven an der vorderen und medialen Fläche des Oberschenkels.** (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/5.

1, N. cruralis. 2, seine Zweige zum M. iliacus internus. 3, Ast zum unteren Theile des M. psoas. 4, Zweige des R. terminalis anterior durchschnitten. 5, Nerv des M. pectineus. 6, 7, 8, Gebiet der Nn. cutanei mediales. 9, Zweige für den Musc. rectus femoris. 10, Zweige zum M. vastus lateralis. 11, Zweige zum M. cruralis und vastus medialis. 12, N. saphenus. 13, R. patellaris desselben. 14, Fortsetzung desselben am Unterschenkel. 15, N. obturatorius. 16, sein Zweig zum M. adductor longus. 17, Zweig zum M. abductor brevis. 18, Zweig zum M. gracilis. 19, tiefer Ast des N. obturatorius zum M. adductor magnus. 20, N. lumbosacralis. 21, N. sacralis 1. 22, Grenzstrang des Sympathicus. 23, N. cutaneus femoris lateralis.

hier unter unter dem oberflächlichen Blatt der Fascia lata und theilt sich in einen stärkeren absteigenden und schwächeren hinteren Ast, welche getrennt die Fascie durchbrechen.

a) Der hintere Ast, Ramus posterior s. glutaeus (Fig. 363 oben links; Fig. 365, obere 3) wendet sich über den Tensor fasciae nach hinten und verzweigt sich hierselbst, indem er bis in die untere Gesässgegend gelangt.

b) Der absteigende Hauptast, R. anterior s. femoralis (Fig. 363, Fortsetzung von 1) gelangt 3—5 cm unterhalb des Lig. Poupartii unter die Haut, zieht auf der Vorderfläche des Vastus externus bis zur lateralen Kniegegend herab und sendet besonders von seiner lateralen Seite aus Zweige ab, die auch auf die hintere Fläche übergreifen (Fig. 365, untere 3). Hie und da verläuft der Nerv streckenweise in der Bahn des N. femoralis.

4) Der N. femoralis s. cruralis (Fig. 361, 20, 20′; 362, 4; 363, 2—10; 364, 1—14) entsteht mit drei Wurzeln aus dem zweiten, dritten und vierten Lendennerven, wahrscheinlich mit einer vierten auch aus dem ersten Lendennerven (Fig. 359). Er stellt einen starken, abgeplatteten, 5—6 mm breiten Stamm dar, welcher sich zwischen den Psoas und Iliacus legt (Fig. 361) und unter dem Lig. Poupartii, in der Lacuna muscularis, lateralwärts von den grossen Schenkel-

Fig. 365.

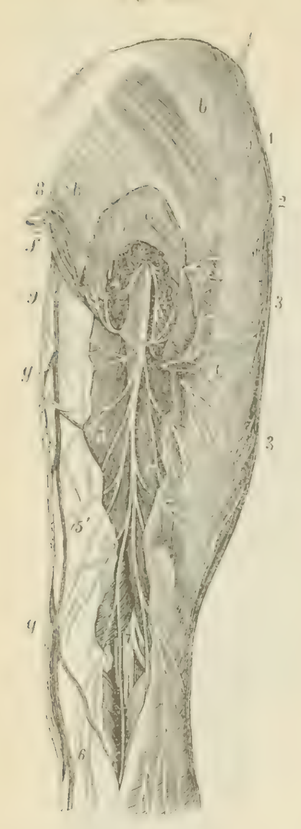


Fig. 365. Hintere Hautnerven der Hüfte und des Oberschenkels. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^{1}/_{5}$.

a, die Fascia femoris ist an der mittleren Region der hinteren Seite des Oberschenkels zum Theil entfernt; aus dem M. glutaeus maximus ist vom unteren Rande aus ein Stück herausgeschnitten. a, M. glutaeus maximus. b, Fascia lata femoris. c, Mm. semitendinosus et semimembranosus. d, M. biceps femoris. e, M. gastrocnemius. f, Os coccygis. g, g, Vena saphena magna. 1, 2, R. iliacus des N. iliohypogastricus. 3, Rami posteriores nervi cutanei femoris lateralis. 4, 4', N. glutaeus inferior. 4'', Nn. cutanei clunium inferiores. 5, N. cutaneus femoris posterior. 5', 5', seine Verzweigungen am Oberschenkel. 6, 6, seine Endäste an der Wade. 7, Theilung des N. ischiadicus in seine Endäste. 8, untere Hautzweige des letzten Sacral- und des Steissbeinnerven. 9, N. cutaneus perinei.

gefässen zum Oberschenkel gelangt. Beim Uebergang zum Oberschenkel gelangt der Nerv allmählich auf die mediale Fläche des Ilio-psoas und zerfällt hier rasch in eine Fülle von Zweigen (Fig. 363, 364), die sich indessen auf einen vorderen, vorzugsweise sensibeln, und einen hinteren, vorzugsweise motorischen Endast zurückführen lassen.

Bis zum Zerfall in diese beiden Endäste werden von ihm abgegeben:

a) Rami musculares superiores, 2—4 Zweige, welche noch im Bereich der Beckenhöhle in querer Richtung lateralwärts in den Iliacus internus eindringen. Meist wird auf dieser Strecke auch ein Zweig für den unteren Theil des Psoas abgegeben.

b) Der N. arteriae femoralis proprius entsteht gewöhnlich schon innerhalb der Beckenhöhle, verläuft mit dem N. femoralis und verlässt ihn erst unterhalb des Lig. Poupartii, um an der Scheide der grossen Gefässe herabzuziehen. Von den die A. profunda begleitenden Nerven dringt ein Faden durch das Foramen nutritium in das Schenkelbein, andere zum Periost [Beck, Rauber].

c) Der Nerv für den M. pectineus gelangt hinter den Schenkelgefässen zur vorderen Muskelfläche (Fig. 364, 5).

Aus dem vorderen Endbündel des N. cruralis entstehen folgende Nerven:

a) Nn. cutanei anteriores s. medii, meist zwei an Zahl (Fig. 363, 2, 3). Der eine, Ramus perforans superior, gibt dem Sartorius einen Zweig, durchbohrt meist diesen Muskel im oberen Drittel (Fig. 363, 2), darauf die Fascia lata und zieht vor dem Rectus femoris bis zum Knie herab.

Der andere vordere Hautnerv, R. perforans inferior (Fig. 363, 3), kann mit dem vorigen anfänglich zu einem Stamm vereinigt sein, durchbohrt nur selten den Sartorius, sondern gelangt meist medianwärts vom vorigen zur Haut, unter welcher er bis zum Knie vordringt.

Beide Nerven gehen mit dem N. lumbo-inguinalis häufig Verbindungen ein.

b) Nn. cutanei mediales s. N. saphenus minor (Fig. 363, 5–7), meist in 2—3 Nerven zerfallend. Einer derselben (Fig. 363, 7) durchbohrt die Fascia

lata unmittelbar unter der Fossa ovalis, schliesst sich der Vena saphena major an und kann bis zum Knie verfolgt werden. Er verbindet sich gewöhnlich mit dem Hautast des N. obturatorius.

Ein anderer, stärkerer, manchmal doppelter Nerv (F. 363, 6) läuft am medialen Rand des Sartorius herab, durchbohrt oberhalb der Kniescheibe die Fascie, um in der Haut der medialen Seite des Kniees sich zu verbreiten.

Aus dem hinteren Endbündel des N. femoralis entstehen:

a) Der Ast für den Rectus femoris (Fig. 364, 9), betritt den Muskel, in mehrere Zweige getheilt, von der hinteren Fläche. Aus diesem und einigen anderen Muskelzweigen des Femoralis werden feine Fäden zur Hüftgelenkkapsel abgegeben [Rüdinger].

b) Der Ast für den Vastus lateralis (Fig. 364, 10).

c) Einige Nerven für den M. cruralis s. vastus medius (Fig. 364, linke 11), die theils für die obere, theils für die untere Hälfte des Muskels bestimmt sind. Die unteren versorgen auch die Mm. subcrurales, dringen aber mit ansehnlichen Zweigen (untere Epiphysennerven des Schenkelbeins, Rauber), über die Grenzen des Muskels hinaus zum Periost und zur Kniegelenkkapsel.

d) Der Nerv für den M. vastus medialis (Fig. 364, rechte 11) dringt ebenfalls mit seinem Endstück bis zur Kniegelenkkapsel vor.

e) Der N. saphenus s. saphenus major (Fig. 363, 9; 364, 12—14; 366, 12, 13) ist als die Fortsetzung des hinteren Endbündels zu betrachten. Er liegt am Oberschenkel anfangs der lateralen, weiter unten der vorderen Fläche der A. cruralis an und ist hier grossentheils vom M. sartorius bedeckt. Mit der A. und Vena cruralis tritt er etwa in der Mitte des Oberschenkels in den für die Schenkelgefässe bestimmten Kanal, nicht aber unter den Arcus adductorius. Er bleibt vielmehr auf der vorderen Fläche des Adductor magnus, durchbricht die vordere Wand des fibrösen Gefässkanals (Fig. 364, bei 12) und zieht, bedeckt vom Sartorius, in der Rinne zwischen dem Vastus medialis und Adductor magnus zur medialen Seite des Kniees herab. Hier gelangt er an der Sehne des Sartorius unter die Haut (Fig. 364, bei 14) und zur Vena saphena major, um längs derselben am Unterschenkel herabzuziehen und vor dem Malleolus medialis zum medialen Fussrand auszustrahlen. Einer seiner Zweige geht hier eine Verbindung mit Zweigen des N. peroneus superficialis ein. Meist hört der Nerv im hinteren Metatarsalgebiet auf, ohne zur grossen Zehe zu gelangen.

Fig. 366.

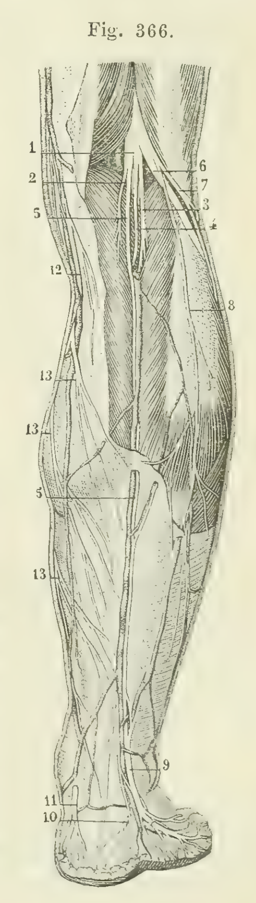


Fig. 366. Hintere Hautnerven des Unterschenkels. (Nach Hirschfeld und Leveille). $^1/_5$.

In der oberen Hälfte ist die Fascia cruris entfernt. 1, N. tibialis. 2, N. gastrocnemii medialis. 3, N. gastrocnemii lateralis. 4, Ramus ad musculum plantarem. 5, 5, N. cummunicans tibialis. 6, N. peroneus. 7, dessen N. cutaneus cruris lateralis. 8, N. communicans fibularis. 9, N. suralis. 10, R. calcaneus. 11, Rami calcanei N. tibialis. 12, N. saphenus. 13, dessen hintere Hautäste.

Auf seinem Wege entstehen aus ihm folgende Zweige:

Ein Ramus articularis genu, der für den medialen Theil der Kniegelenkkapsel bestimmt ist [Rüdinger].

Ein Ramus patellaris (Fig. 363, 9; Fig. 364, 13), in der Höhe des Epicondylus medialis femoris; er durchbohrt nicht selten (Fig. 364) den Sartorius, um zur Haut der medialen Seite des Kniees bis zur vorderen Fläche der Patella zu gelangen.

Nn. cutanei cruris mediales. Sie werden in variabler Zahl sowohl nach vorn, zur Haut über der medialen Fläche der Tibia (*Nn. cutanei cruris anteriores*), als nach hinten zu den medialen Theilen der Wade abgegeben (Fig. 366, 13). Ein zuweilen schon in der Kniegegend abgegebener Hautzweig, welcher hinter und parallel mit ihm an der medialen Wadengegend herabsteigt, heisst N. cutaneus surae internus.

Der N. saphenus endet in seltenen Fällen schon am Knie und wird am Unterschenkel durch einen Zweig des N. tibialis ersetzt [H. Meyer].

5) Der N. obturatorius (Fig. 361, 21; 362, 6; 364, 15—19).

Der N. obturatorius wird meist aus drei Wurzeln zusammengesetzt, deren eine aus der Ansa lumbalis II, die zweite und dritte aus dem Ramus ventralis III und IV stammt. Noch innerhalb des Psoas treten sie zu einem Stamme zusammen, welcher zum medialen Rand des Psoas hinabsteigt und hinter den Vasa iliaca communia zum oberen Seitenrand des kleinen Beckens gelangt. An der inneren Fläche der Fascia pelvis, oberhalb der A. obturatoria verläuft er darauf zum Canalis obturatorius und zerfällt innerhalb oder jenseits desselben in seine beiden Endäste. Vorher entlässt er nur einen Nerven, der für den M. obturator externus bestimmt ist, den Kanal durchläuft und in den Muskel eintritt.

Der eine Endast, Ramus anterior (Fig. 364, 16—18) gelangt in den Zwischenraum zwischen dem Adductor brevis und Adductor longus und zerfällt hier in eine Reihe von Zweigen. Dies sind:

a) Der Ast für den M. adductor brevis (Fig. 364, 17).

b) Der Ast für den M. adductor longus (Fig. 364, 16).

c) Der Ast für den M. gracilis (Fig. 364, 18). Mit ihm entspringt gewöhnlich gemeinsam

d) der Ramus cutaneus obturatorius (Fig. 364, in der Verlängerung von 18). Er begibt sich zwischen dem M. adductor longus und gracilis zur Haut der medialen Seite des Oberschenkels und verbindet sich mit den Cutanei mediales des Femoralis.

Der zweite Endast, Ramus posterior s. profundus (Fig. 364, 19) durchbohrt häufig den M. obturator externus, gelangt zwischen ihm und dem M. adductor brevis zur vorderen Fläche des Adductor magnus, und entsendet:

a) 1—2 Rami articulares zum medialen vorderen Theil der Hüftgelenkkapsel;

b) einen Ramus muscularis für den Adductor minimus;

c) einen Ramus muscularis für den Adductor magnus.

d) Unbeständig ist ein Ramus muscularis für den Pectineus.

e) Unbeständig ist ferner ein Zweig für die hintere Wand der Kniegelenkkapsel [Hyrtl].

Nicht selten kommt ein N. obturatorius accessorius vor (Fig. 362, 5; 360, ob'); er entsteht aus dem Ramus ventralis III und IV, tritt über dem Schambein zum Oberschenkel, verbindet sich mit dem N. obturatorius, gibt Zweige zum Pectineus und Hüftgelenk [J. A. Schmidt].

IV. Nervi sacrales et coccygei.

Die fünf Sacralnerven nehmen an Stärke zunehmend ab; der erste Sacralnerv aber ist der mächtigste aller Spinalnerven. Von Caudalnerven ist in der Regel nur einer makroskopisch darstellbar, der erste; die Elemente eines zweiten und dritten sind in feinen, in der Regel mikroskopischen Bündeln enthalten, welche im Filum terminale herabziehen [Rauber]. Zuweilen zeigt der zweite N. coccygeus sich stärker als gewöhnlich entwickelt, löst sich vom Filum terminale los und gleicht alsdann in Allem einem gewöhnlichen Spinalnerven. Die Zahl der im Filum terminale des Menschen enthaltenen Nervenfasern ist durchschnittlich über 100; an bestimmten Stellen des oberen Dritttheils kommen auch kleine (mikroskopische) Spinalganglien oder zerstreute Spinalganglienzellen vor. So kann man im Zweifel sein, wie viele Caudalnerven man zu zählen habe, ob einen oder drei. Das Richtige dürfte sein, drei, da ein mikroskopisch wahrnehmbarer Nerv doch auch ein Nerv ist. Indessen ist es praktisch genügend, von einem Caudalnerven zu sprechen, in welcher Hinsicht alle Lehrbücher miteinander übereinstimmen. Die periphere Verbreitung der zwei unteren Caudalnerven ist noch unbekannt.

Ueber die sacralen Nn. sinu-ventrales und Rami communicantes s. oben S. 572.

A. Die hinteren Aeste der Sacral- und Caudalnerven.

Die schwachen hinteren Aeste der vier oberen Sacralnerven gelangen durch die Foramina sacralia posteriora, der des fünften Sacralnerven und des N. coccygeus durch den Seitentheil des Lig. sacro-coccygeum posticum superficiale. Sie treten durch auf- und absteigende Zweige miteinander in Verbindung (Fig. 465, rechts, s, s) und bilden dadurch den Plexus sacralis posterior.

Aus dem Plexus sacralis posterior gehen folgende Zweige hervor:

a) mediale Zweige. Sie versorgen das untere Ende des Multifidus spinae, sowie die Haut über der hinteren Fläche des Kreuzbeins bis zur Spitze des Steissbeins.

b) laterale Zweige. Sie werden nur von den drei oberen Sacralnerven abgegeben. Der R. posterior der beiden unteren Sacralnerven und des Caudalnerven liefert nur mediale Zweige. Die lateralen Zweige durchbohren den Ursprung des Glutaeus maximus und gelangen so als Nn. clunium posteriores s. sacrales zur Haut des hinteren oberen Theils der Gesässgegend (Fig. 465, s' z. Theil). Einige Fäden gelangen auch zur Articulatio sacro-iliaca [Rüdinger].

B. Die vorderen Aeste der Sacral- und Caudalnerven.

Die Rami anteriores der Sacralnerven kommen aus den Foramina sacralia anteriora hervor; der letzte zwischen dem letzten Sacral- und ersten Caudalwirbel. Dieser wie der Ramus anterior des ersten Caudalnerven durchbohren das Lig. sacro-coccygeum, um den Wirbelkanal zu verlassen.

Die Rami anteriores der fünf Sacral- und des ersten Caudalnerven treten in bestimmter Weise miteinander in Verbindung. Hierdurch werden zwei Plexus hervorgebracht, die als Plexus sacralis und Plexus coccygeus unterschieden werden. Jener erstere zerfällt wieder in zwei natürliche Theile, in den Plexus ischiadicus und in den Plexus pudendalis.

Der Plexus sacralis entsteht aus den ventralen Aesten des fünften Lendennerven und der vier ersten Sacralnerven; hiezu kommt noch die untere Hälfte des Ramus ventralis des vierten Lendennerven (Fig. 367). Der absteigende Theil des Ramus ventralis des vierten Lendennerven verbindet sich zuerst mit dem Ramus ventralis des fünften Lendennerven zu einem gemeinsamen Stamm, dem N. lumbosacralis (Ls), welcher über die Crista arcuata interna hinab in das kleine Becken gelangt und sich hier mit dem Ramus ventralis des ersten Sacralnerven vereinigt. An dieser Vereinigung betheiligt sich ferner der Ramus ventralis des zweiten und ein grosser Theil des Ramus ventralis des dritten Sacralnerven. Die genannten Nerven convergiren gegen das Foramen ischiadicum majus und fliessen zu einer vielfach verflochtenen Platte zusammen, aus deren Spitze der N. ischiadicus, der stärkste Nerv des Körpers hervorgeht. Man nennt diesen oberen Theil des Plexus sacralis darum gewöhnlich Plexus ischiadicus.

Fig. 367.

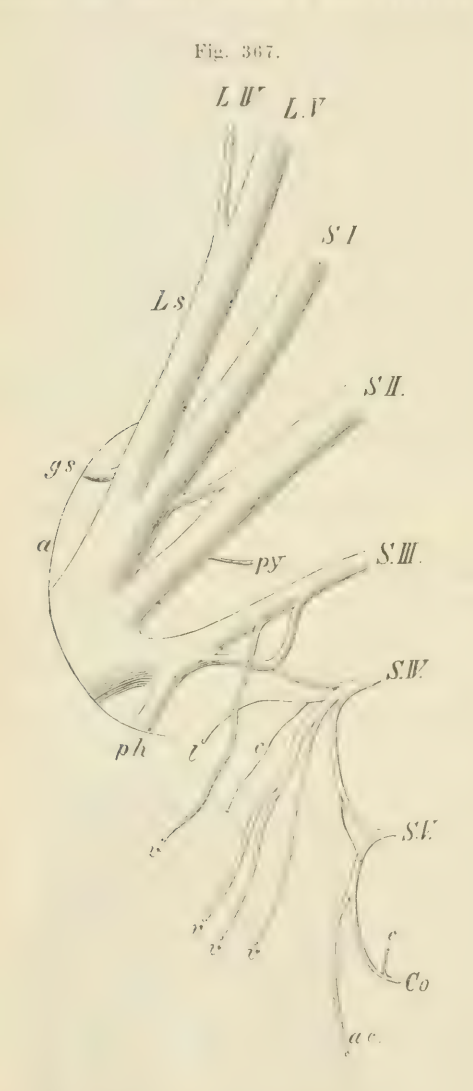


Fig. 367. Plexus sacralis und coccygeus.

L.IV, V, vierter und fünfter Lendennerv. Ls, N. lumbo-sacralis. S.I—V, die fünf Sacralnerven. Co, N. coccygeus. c', seine Verbindung mit dem Grenzstrange. a, Rand des Foramen ischiadicum majus. g.s, N. glutaeus superior. py, Nerv für den M. pyriformis. p.h., N. pudendo-haemorrhoidalis. l, Nerv für den M. levator ani. v, v, v, v, Rami viscerales. c, Nerv des M. coccygeus. a.c, N. ano-coccygeus.

Der vorzugsweise vom Ramus ventralis des dritten und vierten Sacralnerven gebildete Theil des Plexus sacralis zeichnet sich meist durch deutlichere geflechtartige Anordnung seiner Bestandtheile aus, als der oberhalb gelegene. Es ist dies der später genauer zu beschreibende Plexus pudendalis. Aus ihm entspringen keine Extremitätennerven mehr, während der Plexus ischiadicus ausschliesslich Extremitätennerven liefert. Der Plexus

pudendalis hingegen lässt Nerven für die unteren Abschnitte der Rumpfwand und für Eingeweide hervorgehen; erstere sind für die Dammmuskeln, letztere für die äusseren Geschlechtstheile, für die Blase und das Rectum bestimmt.

Die Länge der einzelnen Wurzeln des Plexus sacralis ist verschieden; sie nimmt vom oberen zum unteren Ende des Plexus allmählich ab. Der Ramus ventralis des vierten Lendennerven hat den längsten, derjenige des vierten Sacralnerven den kürzesten Verlauf.

Was die Stärke der einzelnen Wurzeln des Plexus sacralis betrifft, so beträgt die Breite des fünften Lendennerven 7, der Durchmesser des zweiten Sacralnerven 6, der des dritten $3^1/_2$, des vierten $2^1/_2$ mm [Schwalbe].

Der Plexus sacralis liegt zum Theil auf der vorderen Fläche des M. pyriformis. Der Ramus ventralis des ersten Sacralnerven kommt über dem oberen Muskelrand aus seinem Foramen sacrale hervor, der dritte unter dem unteren Muskelrand. Der Ramus ventralis des vierten Sacralnerven liegt bei seinem Austritt vor der sehnigen vorderen Fläche des M. coccygeus. Zwischen dem N. lumbo-sacralis und Ramus ventralis sacralis I begibt sich die A. glutaea superior nach hinten; zwischen dem Ramus ventralis sacralis II und III die A. glutaea inferior.

Verbindungen des Plexus sacralis.

1) Durch den Verbindungszweig vom vierten Lendennerven hängt er mit dem Plexus lumbalis zusammen.

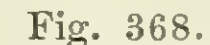
2) Durch den Verbindungszweig vom fünften Sacralnerven ist er mit dem Plexus coccygeus verbunden.

3) Durch Rami communicantes ist er mit den angrenzenden Theilen des Sympathicus verknüpft.

I. Aeste des oberen Theiles des Plexus sacralis d. i. des Plexus ischiadicus:

1) Zweige für den M. pyriformis, vom Ramus ventralis sacralis II (Fig. 367 py).

2) Der N. glutaeus superior, oberer Gesässnerv (Fig. 368 1; 369, 1) geht mit einer stärkeren Wurzel aus dem N. lumbo-sacralis, mit einer schwächeren aus dem Ramus ventralis sacralis I und II hervor. Beide Wurzeln schicken sich einen Verbindungsast zu, trennen sich darauf in einen oberen und unteren Ast, und durchlaufen zusammen, hart am Knochen, oberhalb des M. pyriformis das Foramen ischiadicum majus.



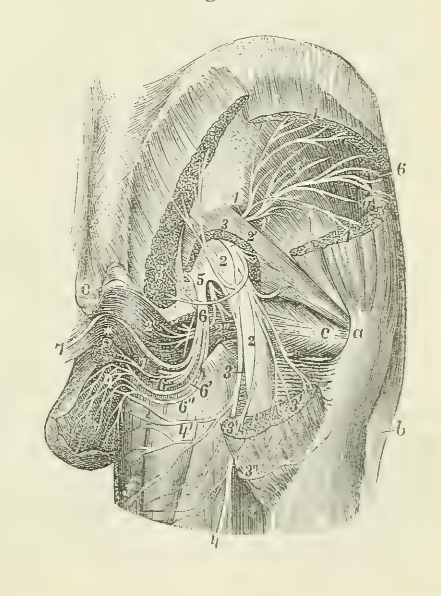


Fig. 368. Nerven des Plexus ischiadicus und N. pudendo-haemorrhoidalis. (Nach Hirschfeld und Leveillé). $^1/_4$.

a, Trochanter major. b, M. tensor fasciae latae. c, Sehne des M. obturator internus. d, M. vastus lateralis. e, Os coccygis. f, M. gracilis. 1, N. glutaeus superior, oberer Ast. 1', unterer Ast desselben. 1'', Ast zum M. tensor fasciae latae. 2, N. ischiadicus. 2', Ast zum M. pyriformis. 2'', Zweig zum M. obturator internus. 3, N. cutaneus femoris posterior. 3', N. glutaeus inferior. 3'', Nn. cutanei clunium inferiores. 4, Rami cutanei femoris. 4', N. cutaneus perinei des N. cutaneus femoris posterior. 5, N. pudendo-haemorrhoidalis. 6, 6', 6'', seine Verzweigungen am Damm, Nn. scrotales. 7. N. dorsalis penis.

Fig. 369.



Fig. 369. Die tiefen Nerven der Hüfte und des Oberschenkels. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/6.

a, M. glutaeus medius. b, M. glutaeus maximus. c, M. pyriformis. d, M. rotator triceps. e, kleiner Kopf des M. biceps femoris. f, M. semitendinosus. g, M. semimembranosus. h, M. gastrocnemius. i, Art. poplitea. 1, N. glutaeus superior. 2, N. glutaeus inferior. 3, 3′, N. pudendo-haemorrhoidalis. 4, N. cutaneus perinei. 5, N. cutaneus femoris posterior. 6, N. ischiadicus, 6′, 6′, seine Mitteläste. 7, N. tibialis, 7′, Nn. gastrocnemii. 8, N. peroneus, 8′, sein Hautast. 9, Hautast des N. tibialis, 9′, Verbindungsast des N. peroneus mit dem N. saphenus.

Der obere Ast (Fig. 368, 1) ist der schwächere, tritt unter den Glutaeus medius, zieht längs des oberen Randes des Glutaeus minimus nach vorn und verästelt sich im Glutaeus medius. Die untere Wurzel des N. glutaeus superior entsendet zuweilen einen Zweig für den M. pyriformis.

Der untere Ast (Fig. 368, 1′) zieht zwischen dem Glutaeus medius und minimus nach vorn, gibt dem Glutaeus medius Zweige, versorgt den Glutaeus minimus und dringt mit seinem vordersten Bündel in den M. tensor fasciae latae ein.

3) Der N. glutaeus inferior (unterer Gesässnerv, Fig. 368, 3′; 369, 2) entsteht häufig mit dem folgenden vereinigt an der hinteren Fläche des Plexus ischiadicus mit Faserbündeln, die sich in den N. lumbo-sacralis und in den Ramus ventralis sacralis I und II verfolgen lassen. Er verlässt unterhalb des M. pyriformis die Beckenhöhle und tritt mit auseinanderweichenden Bündeln in den M. glutaeus maximus ein. Er gibt auch der hinteren Fläche der Hüftgelenkkapsel Fäden.

4) Der N. cutaneus femoris posterior (Fig. 365, 4″, 5, 6; 368, 3, 4; Fig. 369, 5) verlässt mit dem N. glutaeus inferior am unteren Rand des Pyriformis die Beckenhöhle, zieht, anfänglich vom unteren Rand des Glutaeus maximus bedeckt und dem N. ischiadicus aufliegend, zwischen dem Tuber ischii und Trochanter major zur hinteren Fläche des Oberschenkels herab, an welcher er sich bis zur Kniekehle verbreitet. Auf diesem Wege gehen folgende Aeste von ihm aus:

a) Die Nn. cutanei clunium inferiores (Nn. subcutanei glutaei inferiores) (Fig. 365, 4″; Fig. 368, 3″), 2—3 an Zahl, schwingen sich um den Unterrand des Glutaeus maximus aufwärts und enden in der hier befindlichen Haut.

b) Der N. cutaneus perinei (Fig. 365, 9; 368, 4′; 370, 12′) entsteht in gleicher Höhe wie die vorhergenannten und zieht unterhalb des Tuber ischii in nach unten convexem Bogen zu der Furche zwischen Damm und Oberschenkel, gibt an die Haut beider Theile Zweige, und endet auf der lateralen Seite des Scrotum (der Labia majora), indem er sich mit Zweigen des N. pudendus verbindet (Fig. 370).

c) Die Rr. cutanei femoris posteriores (Fig. 365, 5′) werden vom N. cutaneus posterior, während er bis zur Mitte des Oberschenkels subfascial,

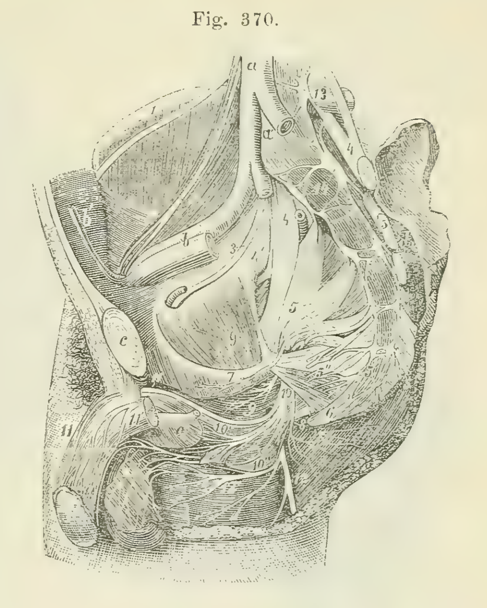


Fig. 370. Innenseite der rechten Hälfte eines männlichen Beckens, mit den Nervenverzweigungen. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/4.

Die linke Wand ist bis zur Kreuzdarmbeimverbindung hinten und der Schambeinfuge vorn entfernt; die Eingeweide, sammt unterem Theil des Levator ani sind weggenommen. a, Bauchaorta. a', Arteriae iliacae communes. b, Vasa iliaca externa dextra. c, Symphysis pubis. d, durchschnittener M. pyriformis. e, Bulbus urethrae, hinter dem durchschnittenen Crus penis. 1, N. cutaneus femoris lateralis. 2, N. genito-cruralis auf dem M. psoas. 3, N. obturatorius. 4, 4, Truncus lumbosacralis. 4', N. gluteus superior. 5, Plexus sacralis 5', N. sacralis quintus. 5'', Rami viscerales des Sacralgeflechtes. 6, N. coccygeus. 7, N. musculi levatoris ani. 8, N. ano-coccygeus. 9, N. musculi obturatorii interni. 10, N. pudendo-haemorrhoidalis. 10', Nn. perineales. 10'', Nn. scrotales. 11, 11', Nn. dorsales penis dexter et sinister. 12. N. cutaneus femoris posterior. 12', dessen R. cutaneus perinei. 13, unterer Bauchknoten des Sympathicus. 14, oberer Sacralknoten des Grenzstranges; die übrigen Beckenknoten sind sammt ihren Verbindungen beiderseits dargestellt; sie endigen zwischen 5' und 6 mit dem Ganglion coccygeum.

darauf subcutan verläuft, nach beiden Seiten, insbesondere medianwärts abgegeben. Die Endzweige laufen, wie gesagt, bis zur Kniekehle und greifen selbst noch auf den oberen Theil der Wadenhaut über (Fig. 365, 6, 6), wobei sich ein Zweig der V. saphena minor anzulegen pflegt.

5) Der N. ischiadicus (Fig. 368, 2; 369, 6–9; Fig. 371, 372, 373) entsteht aus allen Wurzeln des Plexus ischiadicus, dessen Hautfortsetzung er bildet. Er enthält, nach der an einem Querschnitt des Ischiadicus des Neugeborenen vorgenommenen Zählung gegen 50 secundäre Bündel. Die Beckenhöhle am unteren Rand des Pyriformis verlassend, zieht er zwischen Tuber ischii und Trochanter major hinter den kleinen Rollmuskeln, anfänglich bedeckt vom Glutaeus maximus, abwärts (Fig. 368, 2). Weiter unten (Fig. 369 6) liegt der Nerv auf der hinteren Fläche des Adductor magnus, wird hier durch die vom Tuber ischii entspringenden Beugemuskeln gedeckt und gelangt so zur Kniekehle. Hier nimmt er etwa deren Mitte ein und liegt etwas lateralwärts und über der V. und A. poplitea, überlagert von der starken Fascia poplitea. Meist theilt sich der Nerv am Anfangstheil (im oberen Winkel) der Kniekehle in den stärkeren, den Stamm fortsetzenden N. tibialis und in den zum lateralen Winkel der Kniekehle abweichenden N. peroneus. Häufig geschieht die Theilung schon in der Mitte des Oberschenkels, ja sie kann schon im Ursprung gegeben sein. Künstlich lässt sich die Trennung beider Stämme immer bis zum Hüftloch ausführen.

Der N. ischiadicus, und zwar der Tibialtheil desselben, gibt in der Hüft- und Oberschenkelgegend folgende Aeste ab:

a) Den Nerven für den M. obturator internus (Fig. 368, 2''; 370, 9). Er entspringt von der vorderen Fläche des N. ischiadicus bei dem Austritt desselben aus dem Foramen ischiadicum majus, wendet sich sofort durch das Foramen ischiadicum minus zur medialen Fläche des Obturator internus und dringt mit mehreren Zweigen in denselben ein. Im Foramen ischiadicum minus nimmt er dessen unteren, der N. pudendus dagegen den oberen Winkel ein; zwischen beiden verlaufen die Vasa pudenda.



Fig. 371. Hautnerven an der lateralen Seite des Unterschenkels und Fusses. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/5.

Am oberen Theile des Unterschenkels ist die Fascia cruris entfernt, das obere Ende des Musc. peroneus longus ist herausgeschnitten. 1, N. peroneus. 2, sein N. cutaneus cruris lateralis. 3, N. communicans fibularis. 4, N. communicans tibialis. 5, N. suralis. 6, Rami calcanei. 7, N. cutaneus dorsi pedis lateralis. 8, N. digitalis communis quartus. 9, N. peroneus superficialis. 10, seine beiden Endäste. 11, seine Verbindung mit dem N. suralis. 12, Hautäste für den Fussrücken. 13, 13, N. peroneus profundus. 14, dessen medialer Endast zwischen grosser und zweiter Zehe.

Fig. 372. Verzweigungen des N. peroneus. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/5.

Der obere Theil des Musc. peroneus longus ist entfernt; die Mm. tibialis anticus, extensor hallucis longus und peroneus longus sind aus einander gezogen. a, M. tibialis anticus. b, M. extensor hallucis longus. c, M. peroneus longus. 1, N. peroneus. 1', oberer Zweig für den M. tibialis anticus. 2, 2, N. peroneus superficialis. 2', 2', seine Zweige zu den Mm. peronei. 3, N. cutaneus dorsi pedis medialis. 3', 3', seine Verzweigungen. 4, N. cutaneus dorsi pedis medius. 4', 4', seine Verzweigungen an den Zehen. 5, N. suralis und seine Verbindungen mit dem vorigen Nerven. 5', N. cutaneus dorsi lateralis. 6', 6', N. peroneus profundus. 6', seine Muskelzweige am Unterschenkel. 6'', seine Endtheilung. 7, 7', sein medialer Zweig, in Verbindung mit dem N. peroneus superficialis. 8, sein lateraler Zweig zum Musc. extensor digit. brevis.

Fig 373. Nerven der Fusssohle. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/3.

Der Musc. flexor digit. comm. sowie ein Theil des M. abductor hallucis und der Sehnen des M. flexor digit. comm. longus sind entfernt. a, Ursprung des Musc. flexor digit. communis brevis. b, M. abductor hallucis. c, M. flexor digit. communis longus. d, M. abductor digiti minimi. e, Sehne des M. flexor hallucis longus. 1, N. plantaris medialis mit Zweigen zum M. abductor hallucis. 1', Ast zum M. flexor digitorum communis brevis, abgeschnitten. 2, N. digitalis plantaris internus. 2', N. plantaris hallucis medialis. 3, N. digitalis plantaris medius. 3', 3', 3', N. plantares digitorum communes. 4, N. plantaris lateralis. 4', Ast zum M. abductor digiti minimi. 5, Verbindungszweig zum N. plantaris medius. 6, Ramus superficialis des N. plantaris lateralis. 6', 6', seine Zehenzweige. 7, Ramus profundus des N. plantaris lateralis.

b) Den Nerven für die Mm. gemelli und den Quadratus femoris (Fig. 369 links von d). Er entsteht ebenfalls beim Austritt des Ischiadicus.

c) einen Ramus articularis für die hintere Seite der Hüftgelenkkapsel; er kann auch mit b) gemeinsam entspringen.

d) einen Ramus muscularis für den Semitendinosus.

e) einen Ramus muscularis für den langen Bicepskopf, häufig mit d) gemeinsam entspringend.

f) einen unteren Zweig für den Semitendinosus.

g) einen Zweig für den Semimembranosus und Adductor magnus.

5 A. Der N. peroneus s. fibularis, Wadenbeinnerv (Fig. 369, 371, 372, 373).

Der N. peroneus (Fig. 365, 6) zieht nach seiner Trennung vom N. tibialis im oberen Winkel der Kniekehle längs des medialen Randes des Biceps femoris über den Gastrocnemius lateralis zum lateralen Winkel der Kniekehle, tritt unterhalb des Capitulum fibulae (am Collum fibulae), unter der Sehne des Biceps femoris auf die laterale Fläche dieses Knochens und theilt sich hier in den überwiegend sensiblen N. peroneus superficialis und in den überwiegend motorischen N. peroneus profundus. Bis zu dieser Theilungsstelle werden von ihm folgende Aeste abgegeben:

a) Ein Zweig für den kurzen Kopf des Biceps (Fig. 369, unterhalb e).

b) Ein Ramus articularis genu superior und inferior. Der erstere entspringt aus dem Zweig zum kurzen Bicepskopf oder aus dem Ischiadicus selbst, läuft längs der hinteren Fläche des genannten Kopfes abwärts und gelangt zwischen dem Epicondylus lateralis femoris und der Bicepssehne zum lateralen Theil der Kniegelenkkapsel.

Der untere Gelenkzweig entspringt aus dem frei gewordenen N. peroneus und theilt sich in einen zum lateralen, und einen anderen, zum hinteren Theil der Kapsel ziehenden Ast. Von letzterem gelangt ein Faden zum oberen Tibio-Fibulargelenk [Rüdinger].

c) Der N. cutaneus cruris posterior medius entspringt gewöhnlich noch oberhalb der Kniekehle aus dem Ischiadicus, durchbohrt die Fascia poplitea lateralwärts vom N. tibialis, auf dem lateralen Kopf des Gastrocnemius, nähert sich der Wadenmitte, sendet medianwärts ziehende Hautäste ab und endet hinter der Achillessehne über den Knöcheln. Er wird zuweilen ersetzt durch den N. cutaneus femoris posterior.

d) Der N. cutaneus cruris posterior lateralis (Fig. 371, 2 und 3; Fig. 366, 7 und 8) entspringt aus dem N. peroneus innerhalb der Kniekehle und theilt sich am Unterschenkel typisch in einen vorderen und hinteren Ast (Fig. 371, 2 und 3).

Der vordere Ast (*Ramus cutaneus peroneus*) (Fig. 371, 2) wird alsbald subcutan, zieht an der lateralen Fläche des Unterschenkels bis zum Malleolus lateralis herab und schickt die laterale untere Seite des Knies bogenförmig umgreifende Fäden zur Kniehaut.

Der hintere Ast (*Ramus communicans fibularis*) (Fig. 366, 8; 371, 3), wechselnd stark, verläuft subfascial hinter dem vorigen auf dem lateralen Gastrocnemiuskopf abwärts, wird in der Längsmitte des Unterschenkels subcutan, und vereinigt sich gewöhnlich mit dem N. communicans tibialis (Fig. 366, 5) zum N. suralis (Fig. 366, 9). Seltener bleibt er isolirt. Beide stehen, wie so viele andere sich benachbarte Nervenzweige in compensatorischem Verhältniss.

I. Der N. peroneus superficialis.

Der N. peroneus superficialis (Fig. 371 und Fig. 372) zieht durch den M. peroneus longus in steil ab- und vorwärts gekehrter Richtung, gelangt weiter unten zwischen den M. peroneus longus und brevis, legt sich darauf auf die vordere laterale Seite des M. extensor digitorum communis longus und durchbricht im unteren Drittel des Unterschenkels die Fascia cruris (oberhalb 10 in Fig. 371), um als Hautnerv zu endigen. Subcutan geworden, oder noch in subfascialer Lage, theilt er sich in zwei Zweige, den N. cutaneus dorsi pedis medialis und medius. Bis zu dieser Theilung gehen aus ihm folgende Nerven hervor:

a) Ein Ramus muscularis für den oberen Theil des M. peroneus longus.

b) Ein Ramus muscularis für den unteren Theil dieses Muskels.

c) Ein zugleich mit b) entspringender Ramus muscularis für den M. peroneus brevis (Fig. 372, 2′).

Was die beiden Endzweige des N. peroneus superficialis betrifft, so ist der mediale der stärkere.

1) Der N. cutaneus dorsi pedis medialis (Fig. 372, 3) wendet sich medianwärts zum Fussrücken, gibt auf diesem Wege feine Zweige zur benachbarten Haut und theilt sich auf dem Fussrücken in einen medialen und in einen lateralen Zweig.

a) Der mediale Zweig wendet sich zum medialen Fussrande, verbindet sich mit Fäden des N. saphenus und versorgt die Haut der medialen Seite des Rückens der grossen Zehe bis zum Endglied. Ferner schickt er zur Haut über dem ersten Spatium intermetatarseum einen Zweig, welcher sich mit dem Zehennerven des N. peroneus profundus verbindet (Fig. 372, bei 7).

b) Der laterale Zweig zieht zum zweiten Intermetatarsalraum und theilt sich in zwei Aeste für die einander zugewendeten Seiten der zweiten und dritten Zehe. Dieser Zweig kann auch vom folgenden Nerven abgegeben werden.

2) Der N. cutaneus dorsi pedis medius (Fig. 372, 4) zieht über das Fussgelenk gerade nach vorn, versorgt die benachbarten Hauttheile und theilt sich in zwei Zweige, einen medialen und einen lateralen. Der mediale spaltet sich in die Nerven für die einander zugekehrten Seiten der dritten und vierten Zehe. Der laterale geht mit dem N. suralis Verbindungen ein (Fig. 371, 11; 372, 5) und versorgt die einander zugewendeten Seiten der vierten und fünften Zehe.

Der N. cutaneus dorsi pedis medius kann auch den Nerv für die zugewendeten Seiten der zweiten und dritten Zehe abgeben. Er selbst endet zuweilen schon auf dem Fussrücken und wird durch den N. suralis ersetzt. Hier ist der N. communicans fibularis des Peroneus stark entwickelt.

II. Der N. peroneus profundus (Fig. 371, 13; 372, 6) durchbricht die Ursprünge des M. peroneus longus und extensor digitorum communis longus und gelangt so zu den Vasa tibialia antica, vor welchen er, anfänglich zwischen dem M. tibialis anticus und extensor digitorum communis, sodann zwischen dem ersteren und dem M. extensor hallucis longus herabzieht. Am Sprunggelenk durchzieht er jenes Fach des Lig. cruciatum, in welchem auch die Gefässe und die Sehne des Extensor hallucis longus verlaufen (Fig. 372, 6″), und theilt sich in einen medialen (Fig. 372, 7) und einen lateralen (Fig. 372, 8) Endzweig.

Während seines Verlaufes am Unterschenkel gehen aus ihm folgende Nerven hervor:

a) Ein oberer und ein unterer Ramus muscularis für den M. tibialis anticus (Fig. 372, 1'; Fig. 372, obere 6').

b) Ein Ramus muscularis für den M. extensor digitorum communis longus (Fig. 372, mittlere 6').

c) Zwei Rami musculares für den M. extensor hallucis longus (Fig. 372 untere 6').

d) Ein Ramus articularis für die vordere Wand des Sprunggelenks.

Die Endzweige des N. peroneus profundus sind, wie erwähnt, ein medialer und ein lateraler.

a) Der mediale Endzweig (Fig. 372, 7) setzt die Richtung des Stammes fort, zieht mit der A. dorsalis pedis zum ersten Spatium intermetatarseum und gelangt unter der mit ihm sich kreuzenden Sehne des Extensor hallucis brevis bis zum vorderen Ende dieses Zwischenknochenraums. Hier verbindet er sich constant mit einem Aestchen des N. peroneus superficialis (Fig. 372, bei 7') und spaltet sich in zwei Hautzweige für die einander zugekehrten Seiten des Rückens der ersten und zweiten Zehe. Auf diesem Wege entsendet er den N. interosseus pedis I [Rüdinger] für die benachbarten Gelenke; zwei Fäden laufen längs des ersten und zweiten Metatarsusknochens nach vorn und endigen an den Kapseln der Mittelfuss-Zehengelenke.

b) Der laterale Endzweig (Fig. 372, 8) wendet sich auf der Fusswurzel, vom M. extensor digitorum brevis bedeckt, lateralwärts, versorgt diesen Muskel, entsendet drei Nn. interossei pedis [Rüdinger], welche sich wie der N. interosseus I verhalten. Die Nerven der Mm. interossei dorsales sind plantaren Ursprungs [Ruge].

5 B. Der Nervus tibialis (Fig. 366, 369, 373).

Der N. tibialis, mit dem N. peroneus den N. ischiadicus bildend, übertrifft seinen Begleiter an Stärke um das Doppelte und trennt sich von ihm meist in der oberen Kniekehlengegend. Durch die Mitte der Fossa poplitea herabziehend, hinter und etwas lateralwärts von den grossen Gefässen gelegen, gelangt er zwischen beiden Köpfen des Gastrocnemius bis zum oberen Rand des Soleus, dringt unter dem Sehnenbogen des letzteren in den Zwischenraum zwischen Soleus und Tibialis posticus, steigt mit der A. poplitea zwischen oberflächlicher und tiefer Schicht der Wadenmuskeln herab, gelangt in der Mitte zwischen dem Malleolus medialis und Calcaneus zur medialen Seite des Fussgelenkes und spaltet sich hinter dem Malleolus medialis in seine Endzweige, welche als N. plantaris lateralis und medialis unter dem Lig. laciniatum zur Fusssohle ziehen.

Diejenigen Aeste des N. tibialis, welche von ihm während seiner Verbindung mit dem N. peroneus abgegeben werden, wurden bereits oben erwähnt. Es sind dies die Aeste für den Obturator internus, die Gemelli und den Quadratus femoris, ein Ramus articularis für das Hüftgelenk, Aeste für den Semitendinosus, den langen Bicepskopf, den Semimembranosus und Adductor magnus.

In der Kniekehle werden von dem N. tibialis abgegeben:

1) Der N. suralis (Fig. 366, 5, 9 und 10; 371, 4—7) entspringt im oberen Theil der Kniekehle, zieht hinter dem N. tibialis in der Rinne zwischen beiden Köpfen des Gastrocnemius herab, liegt hier subfascial an der lateralen Seite der Vena saphena minor, durchbohrt die Fascia gegenüber dem Anfang der Achillessehne, vereinigt sich darauf mit dem N. communicans fibularis (Fig. 366, 9; 371, 5) nimmt dadurch an Stärke zu und begibt sich in Begleitung der genannten Vene hinter dem Malleolus lateralis als *N. cutaneus dorsi pedis lateralis* zum lateralen Fussrand. Hier sendet er einen Verbindungszweig zum N. cutaneus dorsi pedis medius aus dem N. peroneus superficialis und endigt am lateralen Rande des Rückens der kleinen Zehe als *N. dorsalis digiti minimi lateralis* (Fig. 371, 7). Während seines Vorbeizuges hinter dem Malleolus lateralis sendet er Fäden zur Haut desselben sowie zur Haut der Ferse, *Rami calcanei laterales* (Fig. 366, 10; Fig. 371, 6). Noch oberhalb des Malleolus entspringen aus ihm zwei Fäden für die laterale Seite des Fussgelenks, weiter unten ein dritter für die vordere Kapselwand und den Bandapparat des Sinus tarsi [Rüdinger].

2) Rami articulares für das Kniegelenk, gewöhnlich ein oberer und ein unterer, die mit Fäden aus dem unteren Gelenknerven des N. peroneus sich verbinden und die hintere Kapselwand versorgen [Rüdinger].

3) Rami musculares für die beiden Köpfe des Gastrocnemius, den M. plantaris und den Soleus (Fig. 366, 2, 3, 4),

4) Der Ramus popliteus entspringt im unteren Theil der Kniekehle, zieht über die hintere Fläche des M. popliteus herab und theilt sich hier in mehrere Zweige, von welchen der stärkste den Muskel selbst versorgt. Seine übrigen Zweige sind:

a) Der Knochennerv der Tibia, welcher unter Abgabe von Periostzweigen zum Foramen nutritium tibiae zieht und Vater'sche Körperchen führt.

b) Der N. ligamenti interossei [Fischer, Halbertoma) verläuft anfänglich auf dem Lig interosseum, dringt später zwischen zwei Lamellen dieser Membran und gelangt so bis in die Nähe ihres unteren Endes. Hier wird er wieder oberflächlich und versorgt mit seinen letzten Ausläufern das benachbarte Periost der Tibia und das untere Tibiofibulargelenk. Vom Anfangsstück des Nerven entstehen feine Zweige für die A. tibialis postica und antica sowie für das obere Tibiofibulargelenk [Halbertoma].

5) Ein Ramus muscularis für den Tibialis posticus, Flexor digitorum longus und Soleus. Der erstere schickt in den für die Aufnahme der A. peronea bestimmten Canalis musculo-peroneus einen langen, feinen, mit Vater'schen Körperchen besetzten Nerven, den N. peroneus periostalis [Rauber], welcher auf dem Knochen herabzieht, den Gefässen, dem Periost und in das Foramen nutritium des Wadenbeins Zweige abgibt und bis zum äusseren Knöchel verfolgt werden kann.

6) Rami musculares für den M. flexor hallucis longus und den M. flexor digitorum communis longus. Sie entstehen in der Mitte des Unterschenkels.

7) 1—2 Rami articulares für das Fussgelenk.

8) Gefässnerven für die A tibialis postica.

9) Rami cutanei plantares (Fig. 366, 11). Sie sind die letzten Zweige

des ungetheilten N. tibialis und ziehen zur Haut an der medialen Seite der Ferse und am hinteren Theil der Fusssohle.

Die Endzweige des N. tibialis: der N. plantaris medialis und lateralis.

1) Der N. plantaris medialis (Fig. 373, 1), der stärkere der beiden Endzweige, entspricht in seiner Ausbreitung dem N. medianus in der Hand. In einem vom Lig. laciniatum überbrückten Kanale, gedeckt vom M. abductor hallucis gelangt er zur Fusssohle, tritt darauf in den Zwischenraum zwischen dem M. flexor hallucis brevis und M. flexor digitorum communis brevis und theilt sich in einen medialen und lateralen Endzweig.

Bis dahin gehen aus ihm hervor:

Zweige für den M. abductor hallucis (Fig. 373, links von 1) und M. flexor digitorum communis brevis (Fig. 373, 1').

a) Der mediale Endzweig, (N. digitalis plantaris medialis) läuft an der lateralen Seite des M. abductor hallucis entlang nach vorn, versorgt die Haut des medialen Fussrandes, gibt dem medialen Kopf des M. flexor hallucis brevis einen Ast und endigt als N. plantaris hallucis medialis (Fig. 373, 2') in der Haut der medialen Seite der grossen Zehe.

b) Der laterale Endzweig, N. digitalis plantaris medius (Fig. 373, 3), stärker als der vorige, liegt zwischen dem vorderen Theil des M. flexor digitorum brevis und der Fascia plantaris. Aus ihm gehen drei Nerven hervor, die Nn. plantares digitorum communes I—III. Dieselben spalten sich am distalen Ende jedes Spatium intermetatarseum in zwei Nn. digitales proprii, der erste für die einander zugekehrten Seiten der ersten und zweiten Zehe, der zweite ebenso für die der zweiten und dritten, der dritte für die der dritten und vierten Zehe (Fig. 373, bei 3', 3', 3'). Der N. digitalis communis III nimmt häufig einen Verbindungsfaden aus dem N plantaris lateralis auf (Fig. 373, 5). Die beiden ersten gemeinschaftlichen Fingernerven entsenden die Nerven für die beiden ersten Mm. lumbricales.

2) Der N. plantaris lateralis (Fig. 373, 4), dem Ramus volaris nervi ulnaris in seiner Verbreitung ähnlich, zieht zwischen dem M. quadratus plantae und M. flexor digitorum brevis mit der A. plantaris lateralis nach vorn und lateralwärts; er zerfällt in dem Zwischenraum zwischen Quadratus plantae und Abductor digiti minimi in einen Ramus superficialis und R. profundus.

Vor dieser Endtheilung gehen aus ihm hervor: der Nerv für den Abductor digiti minimi (Fig. 373, 4') und der Nerv für den Quadratus plantae (Fig. 373, über 1').

Der Ramus superficialis s. cutaneus (Fig. 373, 6) verbindet sich mit dem N. plantaris medialis und theilt sich in den N. plantaris lateralis digiti minimi für die laterale Seite der fünften Zehe, und in den N. plantaris digitalis communis IV, der sich in die beiden Nerven für die einander zugewendeten Seiten der vierten und fünften Zehe theilt (Fig. 373, 6'). Der laterale Nerv der kleinen Zehe versorgt auch meist die Mm flexor und opponens digiti minimi, sowie die Interossei des vierten Zwischenknochenraums; in anderen Fällen übernimmt der Ramus profundus diese Versorgung. Der N. plantaris digitalis communis IV versieht auch den dritten und vierten Lumbricalis mit motorischen Fäden.

Der Ramus profundus s. muscularis (Fig. 373, 7) dringt in einem vorlateralwärts convexen Bogen mit dem Arcus plantaris in den Zwischenraum zwischen den Mm. interossei und dem Adductor hallucis. Vom convexen Rande gehen die Nerven für die Mm. interossei der drei ersten Zwischenknochenräume ab. Ausserdem werden die beiden Köpfe des Adductor hallucis und der laterale Kopf des Flexor hallucis brevis vom Ramus profundus versorgt. Von seinem Anfangstheil geht häufig der Nerv für den M. flexor und opponens digiti minimi und die beiden Interossei des vierten Zwischenknochenraums aus.

Uebersicht über die Nerven der unteren Extremität.

1) Muskelnerven.

Der Plexus lumbalis versorgt den M. psoas und iliacus internus, den letzteren mit Zweigen, die aus dem Anfangstheil des N. cruralis (Fig. 360, il) entspringen. Der Plexus lumbalis versorgt ferner den Extensor quadriceps femoris, den M. sartorius und pectineus. Der N. obturatorius dagegen, aus dem Ramus ventralis II, III und IV entspringend und hierin dem N. cruralis ähnlich, doch ein wenig weiter distalwärts verschoben, versorgt die Adductoren, den Obturator externus und den Gracilis.

An der hinteren Seite der Hüfte und des Oberschenkels wird der Glutaeus maximus vom N. glutaeus inferior, der Glutaeus medius, minimus und Tensor fasciae latae vom N. glutaeus superior versorgt; letzterer ist der erste Ast des Plexus ischiadicus: der N. glutaeus superior dagegen entspringt tiefer aus dem N. ischiadicus selbst. Der M. pyriformis erhält seine Nerven vom Ramus ventralis sacralis II. Die Zweige zu den Rollmuskeln und zum Hüftgelenk (Obturator internus, Gemelli, Quadratus femoris) gehen aus dem Anfangstheil des N. ischiadicus hervor und lassen sich zum Theil zum Ramus ventralis lumbalis V und sacralis I verfolgen.

Die an der hinteren Seite des Oberschenkels gelegenen Beugemuskeln für das Knie gehen aus dem Tibialtheil des N. ischiadicus hervor; nur der kurze Bicepskopf entspringt aus dem N. peroneus.

Die vorderen Muskeln des Unterschenkels (Tibialis anticus, Extensor digitorum communis longus mit Peroneus tertius, Extensor hallucis longus) sowie der M. extensor digitorum communis brevis erhalten ihre Nerven aus dem N. peroneus profundus, die beiden Mm. peronei aus dem N. peroneus superficialis.

Die oberflächlichen und tiefen Wadenmuskeln werden sämmtlich vom N. tibialis versorgt. Was dessen beide Endäste betrifft, so gehen aus dem N. plantaris medialis die Nerven des M. abductor hallucis und des medialen Kopfes des Flexor hallucis brevis, sowie des Flexor digitorum communis brevis und der beiden medialen Lumbricales hervor. Aus dem N. plantaris lateralis dagegen entstammen die Nerven für den Quadratus plantae, für alle Muskeln des Kleinzehenballens, für alle Interossei, die zwei lateralen Lumbricales, den Adductor hallucis und den lateralen Kopf des Flexor hallucis brevis.

2) Hautnerven (Fig. 374).

Die Hautnerven der unteren Extremität gehören dem Plexus lumbalis und ischiadicus an. Aus dem Plexus lumbalis geht der N. cutaneus femoris lateralis

für die laterale Seite des Oberschenkels, der N. lumbo-inguinalis für den oberen Theil der Vorderfläche, die Hautäste des N. cruralis sowie der Ramus cutaneus obturatorius für den grösseren Theil der Vorderfläche und für die mediale Fläche des Oberschenkels, endlich der N. saphenus für die mediale Seite des Unterschenkels und den medialen Fussrand hervor.

Fig. 374.

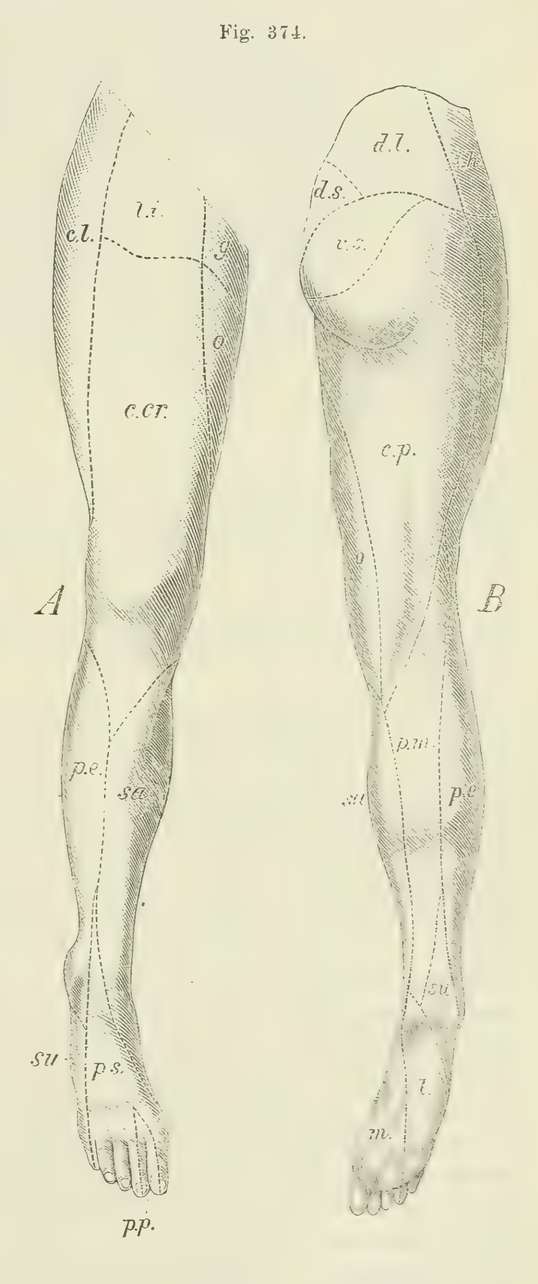


Fig. 374. Uebersicht über die Nervengebiete der Haut der hinteren Extremität.

A, Vordere, B, hintere Seite.

In B ist das Gebiet der dorsalen Zweige des Plexus lumbo-sacralis an der Rückseite der Hüfte abgegrenzt, und zwar d.l, dorsale Aeste der Lumbalnerven (Nn. cutanei clunium lumbales s. superiores); d.s, dorsale Aeste der Sacralnerven (Nn. cutanei clunium sacrales s. posteriores); v.s., Hautgebiet des N. perforans lig. tuberoso-sacri; ih, N. ilio-hypogastricus; g, Gebiet des N. ilio-inguinalis bezw. spermaticus externus; li, N. lumbo-inguinalis; c.l., N. cutaneus lateralis; c. cr, Hautnerven des N. cruralis; o, N. obturatorius; c.p., N. cutaneus posterior; sa, N. saphenus; p.e., lateraler, p.m, hinterer Unterschenkel-Hautast des N. peroneus; su, N. suralis; p.s, N. peroneus superficialis; p.p., N. peroneus profundus; m, N. plantaris medialis; l, N. plantaris lateralis.

Aus dem Plexus ischiadicus entsteht der N. cutaneus femoris posterior für die hintere Fläche des Oberschenkels; er ist auf den Ramus ventralis lumbalis IV und V zurückzuführen; während für den N. saphenus, obwohl er bis zum medialen Fussrand gelangt, als tiefste Wurzel höchstens der Ramus ventralis lumbalis IV geltend gemacht werden kann, der Ramus V dagegen ausgeschlossen werden muss. Aus dem Plexus ischiadicus entstehen ferner die Hautäste des N. peroneus für die hintere und laterale Seite des Unterschenkels. Die Vertheilung der Hautnerven des Fusses ist für den Fussrücken so angeordnet, dass der laterale Theil vom N. suralis, der mittlere vom N. peroneus superficialis, der mediale vom N. saphenus versorgt wird. Nur ein kleiner Theil des mittleren Gebietes fällt dem N. peroneus profundus anheim, der Bezirk der einander zugekehrten Seiten der ersten und zweiten Zehe.

Von der Planta fällt ein kleiner hinterer, lateraler Theil dem N. suralis zu: der mittlere Theil der Planta wird vom N. plantaris lateralis, der mediale vom N. plantaris medialis versorgt.

Im Allgemeinen ist erkennbar, dass die oberen Hautbezirke der Extremität ihre Nerven von oberen Wurzeln des Plexus lumbo-sacralis, die unteren Hautbezirke ihre Nerven von unteren Wurzeln erhalten. Wie bei der oberen Extremität der Radialrand von höher gelegenen Wurzeln versorgt wurde als der Ulnarrand der Extremität, so muss für die untere Extremität ein höheres Wurzelgebiet für den Tibialrand, ein tieferes für den Fibularrand der Extremität vorausgesetzt werden. Das Verhalten des N. saphenus bestätigt dies. Ebenso muss für die Endäste des N. peroneus superficialis und für den Plantaris medialis ein höherer Ursprung vorausgesetzt werden, als für den N. plantaris lateralis und suralis.

Die Nerven für die obere Extremität gehen wesentlich auf fünf Rami ventrales zurück, nämlich auf die vier unteren Halsnerven und den grösseren Theil des ersten Brustnerven; die Nerven für die untere Extremität dagegen umgreifen mindestens sieben Rami ventrales, nämlich die Rami ventrales lumbales II—V und sacrales I—III. Sie geht aus einem längeren, mindestens zwei Folgestücke mehr betreffenden Leibestheil hervor, als die obere.

Obwohl dem so ist, so hat man doch gefragt, ob sich Aehnlichkeiten in den Einzelheiten der beiderlei Plexus und in der Hervorbildung der Hauptstämme der Nerven auffinden lassen. Eine vollständige Uebereinstimmung wird man aus dem eben genannten Grunde nicht erwarten dürfen. Dagegen ist in der unteren wie in der oberen Extremität das Princip der Knochenspaltung von 1 zu 2 auf 5 durchgeführt; die Muskeln zeigen bis zu einem gewissen, hier nicht auseinander zu setzenden Grade Aehnlichkeiten der Anordnung; es ist an beiden Extremitäten eine dorsale und ventrale Fläche ausgesprochen; die Drehung der dorsalen Fläche nach hinten-lateralwärts bei der oberen, bei der unteren nach vorn-lateralwärts ist von geringerem Belang. So wird es sich also fragen, in wie weit eine Aehnlichkeit der Bildung der Plexus und Nervenstämme vorhanden ist. Die obere Extremität enthält drei grosse Nervenstämme, den Medianus, Ulnaris und Radialis. Die untere Extremität enthält ebenfalls drei grosse Nervenstämme, den Tibialis, Peroneus und Cruralis. Bis zu einem gewissen Grade entsprechen die drei letzteren den drei ersteren, ohne einander ganz gleichwerthig zu sein. Im Weiteren überlassen wir es dem Leser, die Vergleichung weiter durchzuführen und bemerken nur noch, dass man sich durch die Verlaufsweise der Art. femoralis am Oberschenkel nicht irre machen lassen darf.

II. Aeste des unteren Theils des Plexus sacralis, d. i. des Plexus pudendalis s. pudendo-haemorrhoidalis (Fig. 367, 368, 370, 375).

Der Plexus pudendalis stammt, wie bereits oben (S. 618) erwähnt wurde, hauptsächlich vom Ramus ventralis sacralis III und IV ab und ist durch deutliche geflechtartige Anordnung seiner Bestandtheile gekennzeichnet. Er liegt abwärts vom unteren Rand des M. pyriformis, auf der vorderen, sehnig glänzenden Fläche des M. coccygeus. Durch einen vor diesem Muskel herabziehenden Zweig vom Ramus ventralis sacralis IV (Fig. 367) hängt er mit dem R. ventralis sacralis V und dadurch mit dem Plexus coccygeus zusammen.

Fig. 375.

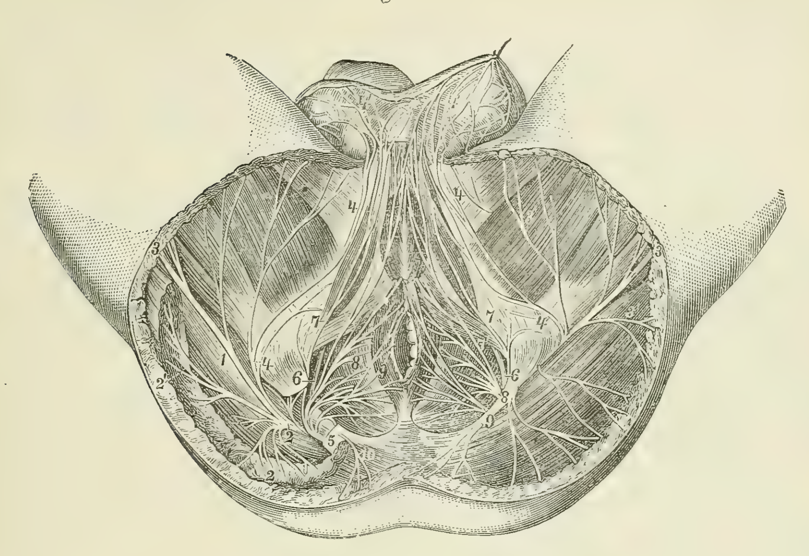


Fig. 375. Nerven der Umgebung des Beckenausganges beim Manne. (Nach Hirschfeld und Leveillé). 1/4.

Rechts ist ein Theil des Musc. glutaeus maximus und des Lig. tuberoso-sacrum entfernt. 1, N. ischiadicus; 2, 2', N. glutaeus inferior; 3, N. cutaneus posterior; 3', seine Rami cutanei clunium; 4, R. cutaneus perinei; 4', seine Verbindungen mit den Nn. scrotales posteriores; 5, N. pudendo-haemorrhoidalis; 6, N. penis; 7, 7'. Zweige des N. perinei; 8, Muskelzweige desselben; 9, N. haemorrhoidalis externus; 10, N. perforans lig. tuberoso-sacri.

Vom Plexus pudendalis gehen parietale und viscerale Nerven aus, von welchen erstere für die Wände des unteren Rumpfendes, letztere für die Beckeneingeweide bestimmt sind.

1) Der N. pudendo-haemorrhoidalis s. pudendus communis, gemeinschaftlicher Schamnerv (Fig. 368, 5; 370, 10; 375, 5) bezieht seine Fasern grösstentheils aus dem Ramus ventralis sacralis III, zum kleinen aus IV, welchen sich zuweilen solche aus II beimischen; der Nerv ist abgeplattet und besteht aus stark verflochtenen, locker miteinander verbundenen Bündeln. Er verlässt das Becken unterhalb des M. pyriformis, wendet sich aber alsbald wieder um die Spina ischii durch das Foramen ischiadicum minus ins Becken zurück und gelangt so an die laterale Wand der Fossa recto-ischiadica, von welcher er durch die Fascia obturatoria (den unteren Abschnitt derselben) abgeschlossen wird. Hier zerfällt der Nerv in seine drei Endäste. Zuvor, und zwar beim Austritt aus der Beckenhöhle gibt der Stamm den Nervus cutaneus clunium internus superior [Voigt], s. N. perforans lig. tuberoso-sacri [Schwalbe] ab, welcher das Lig. tuberoso-sacrum zu durchbohren pflegt, darauf zur Gegend des Tuber ischii herabzieht, sich um den M. glutaeus maximus auf dessen äussere Fläche schlägt und sich hier ausbreitet (Fig. 375, 10).

Die drei Endäste des N. pudendo-haemorrhoidalis sind:

a) Der N. haemorrhoidalis externus (Fig. 367, 6''; 375, 9) entspringt öfters schon vor dem Eintritt in das Foramen ischiadicum minus. Er strahlt mit seinen Fäden median-vorwärts zur Haut der Analgegend und zum M. sphincter ani aus.

b) Der N. perinei, Dammnerv (Fig. 368, 6, 6'; 370, 10', 10''; 375, 7, 8). Er verläuft lateral-vorwärts vom vorhergehenden und gibt folgende Zweige ab:

α) Den N. perinei lateralis s. femoro-perinealis. Er wendet sich zum Ursprung des M. ischio-cavernosus, dem er zuweilen einen Ast zuschickt, und versorgt die Haut der lateralen Perinealgegend, indem er häufig auf die mediale Schenkelfläche etwas übergreift.

β) Die Nn. perinei mediales (Fig. 375, 7'), meist zwei Stämmchen, die ihre Hauptausbreitung in der Haut des Scrotum (der Labia majora) haben; ihre Endäste werden darum *Nn. scrotales (labiales) posteriores* genannt (Fig. 368, + +).

γ) Die Rami musculares (Fig. 375, 8) entspringen häufig aus einem gemeinsamen Stämmchen, treten über und durch den M. transversus perinei superficialis auf die Oberfläche des Trigonum urogenitale, versorgen von hier aus den genannten Muskel, den vorderen Theil des M. sphincter ani externus, den Bulbo- und Ischiocavernosus. Ein Faden dringt in den Bulbus ein (mit der Art. bulbosa) und gelangt zur Schleimhaut der Urethra.

c) Der N. penis (clitoridis) *s. n. dorsalis penis* (clitoridis) (Fig. 368, 7; 370, 11; 375, 6). Er ist der tiefst gelegene Endzweig des Stammes, verläuft mit der A. penis längs der inneren Seite des aufsteigenden Sitzbein- und absteigenden Schambeinastes durch das Diaphragma urogenitale, versorgt von hier aus den M. transversus perinei profundus, durchbricht das Diaphragma und betritt lateralwärts vom Ligamentum suspensorium mediale den Penisrücken (das Dorsum clitoridis). Auf dem Rücken des Gliedes nach vorn ziehend gibt er (8—10) seitliche Aeste zur Haut desselben ab, von welchen einige in das Corpus cavernosum penis eindringen, und endigt mit 4—5 starken Fäden zur Eichel. Letztere können als besonderer Ast (*Ramus glandis*) von den übrigen getrennt sein.

2) Die Rami musculares für den Levator ani und Coccygeus (Fig. 367, l und c) entspringen bald gemeinsam, bald getrennt.

3) Die Nn. haemorrhoidales medii, vesicales inferiores et vaginales (Fig. 367, v, v, v; Fig. 370, 5''), 4—5 an Zahl, gelangen theils direkt zu den durch ihren Namen bezeichneten Organen des Beckens, theils verbinden sie sich mit dem Sympathicus (s. letzteren).

III Der Plexus coccygeus (s. oben S. 617).

Die Verbindung des ventralen Astes des fünften Sacralnerven mit dem ventralen Aste des N. coccygeus wird Plexus coccygeus genannt. Nach oben hängt derselbe durch die letzte Ansa sacralis mit dem Plexus sacralis zusammen (Fig. 367). Kurze Fäden verbinden den Plexus coccygeus mit dem Endstück des Sympathicus und zwar mit dem vierten oder fünften Ganglion sacralis und mit dem Ganglion coccygeum.

Aus der Ansa sacro coccygea oder auch aus dem Ramus ventralis sacralis V selbst entspringt der N. ano-coccygeus (Fig. 367, ac), welcher vor der vorderen Fläche des M. coccygeus herabsteigt, hierauf zwischen ihm und dem Levator ani zur dorsalen Seite dringt und hinten-lateralwärts von der Steissbeinspitze unter der Haut zu Tage tritt. Er verbindet sich hier mit einem Faden des Ramus dorsalis Nervi coccygei und endigt mit einer Anzahl von Fäden (*Nn. ano-coccygei*) in der zwischen dem Anus und dem Steissbein gelegenen Haut,

während der dorsale Ast des N. coccygeus die Haut auf der dorsalen Fläche des Steissbeins selbst versorgen hilft [Henle].

Nach C. Krause werden von den Nn. ano-coccygei auch an den M. coccygeus und den hinteren Theil des Levator ani Fäden abgegeben.

Die dorsoventrale Grenzlinie des spinalen Hautnervensystems.

Zur Betrachtung dieser Grenzlinie, welcher die spinale Hautoberfläche in eine grössere ventrale und in eine kleinere dorsale Hälfte theilt, geht man am besten von den dorsalen Aesten der Spinalnerven aus, deren Verbreitungsgebiet für die einzelnen Abtheilungen des Rumpfes im Vorausgehenden bereits geschildert worden ist. Fassen wir zusammen, so ergibt sich, dass die dorsalen Aeste der Spinalnerven mit ihren Muskelzweigen die gesammte Stammmuskulatur vom Hinterhaupt bis zum Kreuzbein versorgen. Sie sind demnach für sämmtliche Rückenmuskeln mit Ausnahme der mit dem Schultergürtel und Humerus verbundenen und der Serrati postici bestimmt. Mit ihren Hautzweigen innerviren sie den Stammtheil der Rückenhaut vom Scheitel bis herab zur Spitze des Steissbeins. Es handelt sich hier darum, die laterale Grenze dieses dorsalen Hautnervensystems in ihrer ganzen Längsausdehnung zusammenhängend ins Auge zu fassen. Was jenseits dieser Grenzlinie liegt und sich bis zur vorderen Medianlinie erstreckt, gehört dem Gebiet der ventralen Aeste der Spinalnerven an. Die seitliche Grenze, welche das dorsale vom ventralen Gebiet scheidet, wird jederseits (Fig. 344) durch eine Linie angegeben, welche vom Scheitel über die Mitte der Linea nuchae superior zum oberen Seitenrand des M. trapezius herabläuft und hinter diesem Seitenrand zum Acromion gelangt. Die Linie kreuzt in ihrem weiteren Verlauf den unteren Winkel des Schulterblattes und neigt sich in sanftem Bogen medianwärts, um von der Mitte des Rückens an wieder mehr lateralwärts auszugreifen, die Mitte des Darmbeinkammes zu schneiden und bis zur Haut über dem Trochanter major vorzudringen. Von hier aus zieht die Linie in einem kopfwärts convexen Bogen zur Spitze des Steissbeins. Die Haut der Extremitäten ist hiernach von diesem Gebiet, dem hinteren Verästelungsgebiet des Kopfes und Stammes von Voigt, gänzlich ausgeschlossen und gehört den ventralen Spinalästen an. Die genannte Grenzlinie erfährt, wie man leicht erkennt, zwei stumpfe laterale Ausbiegungen im Gebiet der Extremitäten; die obere Ausbiegung erstreckt sich bis zum Acromion, die untere bis zum grossen Trochanter. Hieraus geht zugleich hervor, dass die dorsoventrale Grenzlinie des spinalen Hautnervensystems nicht ganz zusammenfällt mit der lateralen Grenzlinie der Rückenmuskulatur; letztere wird im Gebiet der oberen und unteren lateralen Ausbiegung der cutanen Grenzlinie beträchtlich überschritten; dasselbe gilt von der Occipitalgegend, in welcher die sensible Sphäre des dorsalen Gebiets über die motorische hinausgreift.

Aber auch mit den einzelnen Wirbelsegmenten fällt, wie schon hieraus zum Theil hervorgeht, die Vertheilung der einzelnen dorsalen Hautnerven nicht überall zusammen. Hautzweige des zweiten und dritten Halsnerven greifen ja weit auf die Haut des Hinterkopfes über und erreichen den Scheitel. Auch die Hautzweige der nächstfolgenden Rami posteriores des Halses zeigen ganz oder theilweise noch einen aufsteigenden Verlauf. Die dorsalen Hautnerven des

unteren Halsgebietes senken sich mit ihren unteren Zweigen bereits ansehnlich abwärts. Eine stark geneigte Richtung besitzen endlich die Hautnerven der oberen lateralen Gesässgegend.

Ueber die Theilung der Rami dorsales der Spinalnerven in einen medialen und einen lateralen Ast (Ramus lateralis und medialis), welche besonders im Gebiet der Dorsalnerven deutlich ausgeprägt sind, wurde bereits oben ausführlich gehandelt. Beide Zweige können, je nach dem Gebiet, sowohl motorische als sensible Zweige führen.

Bau der cerebrospinalen Nerven und Ganglien.

a) Nervenstämme und Nervenwurzeln.

Die cerebrospinalen Nerven bestehen in überwiegender Menge aus markhaltigen, mit Schwann'scher Scheide versehenen Nervenfasern und erscheinen in auffallendem Lichte weiss. Den markhaltigen Nervenfasern sind theils vereinzelte, theils in kleine Bündel zusammengefasste marklose, Remak'sche Fasern beigemischt. Die Bündel der cerebrospinalen Nerven werden umhüllt und durchsetzt von reichlichem Bindegewebe, welches in besonderer Weise angeordnet ist. In den Nervenwurzeln noch spärlich vorhanden und eine Fortsetzung der Pia bildend, wird es in den austretenden Nervenwurzeln reichlicher, indem sich denselben die Arachnoidal- und Duralscheide, als Fortsetzung der Arachnoides und Dura, umhüllend anschliesst. So haben die Nerven anfänglich dieselben Hüllen, wie das Rückenmark und Gehirn. Vor dem Spinalganglion aber fliessen die drei Scheiden, indem sie reichliche Verbindungen miteinander eingehen, zusammen, die Dura erfährt eine Auflockerung, nimmt Fettträubchen auf und es verliert sich die scharfe Abgrenzung sowohl nach aussen als nach innen.

In den peripheren Nervenstämmen verhält sich die Anordnung des Bindegewebes folgendermassen. Auf Querschnitten bemerkt man eine, je nach der Dicke des Nerven grössere oder geringere Anzahl scharf abgegrenzter runder Felder (Fig. 376, pn), welche in ihrem Inneren durch Septen voneinander getrennte kleinere Bündel von Nervenfasern enthalten. Diese kleinen Bündel, primären Bündel, haben die verschiedensten Querschnittformen. Die grösseren runden Bündel, secundären Bündel, sind gegen das gemeinsame, den ganzen Nervenstamm zusammenhaltende Bindegewebe durch besondere, dicke Scheiden abgegrenzt, welche Perineuralscheiden [Key und Retzius] genannt werden. Das die Scheiden bildende Perineurium wird von einer veränderlichen Anzahl concentrischer Häutchen dargestellt, welche als Perineuralhäutchen, Perineural-Lamellen, bezeichnet werden. Jede einzelne perineurale Lamelle selbst besteht aus zwei Endothelhäutchen, deren Zellengrenzen durch Behandlung mit Argentum-nitricum-Lösungen leicht sichtbar gemacht werden können. Zwischen den Endothelhäutchen findet sich eine dünne Schicht platter und zarter Bindegewebsbündel von im Allgemeinen longitudinalem Verlauf. Auf Querschnitten treten die Fibrillen dieser Längsbündel darum als feine Punktirung hervor. Zwischen diesen Bündeln und den sie deckenden Endothelhäutchen ist sehr häufig jederseits ein Netzwerk feiner elastischer Fasern eingeschoben, welches die Perineuralscheiden elastischer macht und die Nerven in einer gewissen Spannung erhält. Bei entspannten, z. B. ausgeschnittenen Nervenstämmen tritt

Fig. 376.

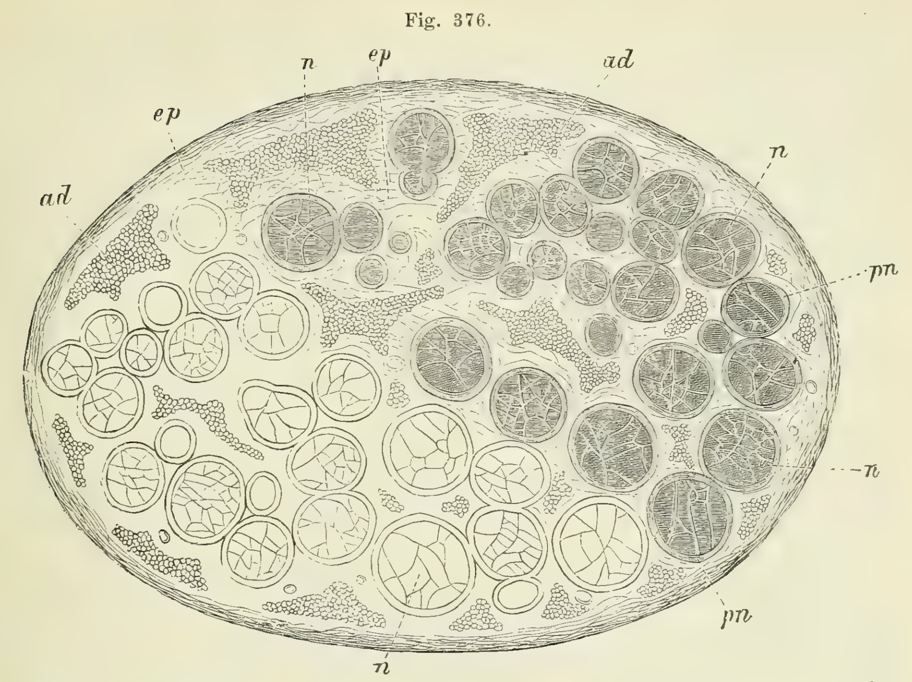


Fig. 376. Querschnitt des Ischiadicus vom Menschen. 8/1 (Nach Key und Retzius). Die linke untere Seite der Figur ist nicht ausgeführt. Man erkennt die Bündel von Nervenfasern n, n, von ihrer Perineuralscheide pn, pn, umhüllt. Das zwischen ihnen befindliche Bindegewebe, das Epineurium (ep) enthält bei ad, ad Fett.

in Folge der Wirkung dieser elastischen Netze jene auffallende und schöne quere Bänderung hervor, die unter dem Namen der Fontana'schen Bänderung bekannt ist. Die unelastischen Elemente des Stammes werden nämlich nunmehr genöthigt, sich in Wellenlinien zu legen. Die einzelnen perineuralen Lamellen sind nicht vollständig voneinander getrennt, sondern hängen durch Verbindungsblätter miteinander zusammen. Die Lamellen selbst sind nicht durchgehends vollständig, sondern zeigen nicht selten fensterartige Durchbrechungen.

Das innerhalb der Perineuralscheide enthaltene Bindegewebe wird Endoneurium genannt. Es besteht aus feinen Lamellen, die aus der Innenfläche der Perineuralscheide hervorgehen und den Bündelraum in Abtheilungen zerlegen. Diese endoneuralen Lamellen setzen sich aber auch zwischen die einzelnen Nervenfasern fort und bilden hier einen, die Schwann'sche Scheide deckenden Ueberzug aus längsverlaufenden Bindegewebsfibrillen, die Fibrillenscheide der Nervenfasern. Diese Fibrillenscheide ist auf beiden Flächen mit Endothelzellen bedeckt und steht mit den Endoneuralhäutchen in unmittelbarem Zusammenhang.

Die perineuralen Bündel (secundären Bündel, W. Krause) sind ihrerseits eingebettet in ein aus Bindegewebshäutchen aufgebautes lockeres Gewebe, welches Epineurium [Key und Retzius] genannt wird (Fig. 376, ep). Dieses ist ebenfalls reich an elastischen Fasern und nimmt Fettzellengruppen in sich auf. Innerhalb dieses Epineurium verlaufen die einzelnen secundären Bündel nicht, wie man glauben könnte, einfach in einander paralleler Richtung zur Peripherie oder zu ihren Austrittsstellen, sondern die einzelnen Bündel treten unter spitzen Winkeln unter einander zusammen und senden ebenfalls unter spitzen Winkeln

neue Zweige aus. Ein peripherer Nerv besteht hienach nicht aus einer Gruppe paralleler secundärer Bündel, sondern aus einem Geflecht derselben. Sehr deutlich bemerkt man die Spuren dieses Geflechtes selbst an Querschnitten, in welcher Beziehung die Abbildung (Fig. 376) zu vergleichen ist.

Die Dicke des Epineurium und der Perineuralscheiden nimmt nach der Peripherie hin allmählich ab, indem die einzelnen Bündel früher oder später aus dem Verbande ausscheiden. Meist haben letztere dann nur noch eine Perineuralscheide. Die aus den Stämmchen endlich einzeln sich abzweigenden Nervenfasern werden noch von einer dünnen endothelialen Fortsetzung der Perineurallamelle umhüllt. Diese Hülle nannte Ranvier die Henle'sche Scheide. Der zwischen ihr und der Schwann'schen Scheide befindliche enge Raum ist ein injicirbarer Lymphraum und hängt mit dem übrigen Lymphsystem des Nerven unmittelbar zusammen.

Früher nannte man sämmtliches Bindegewebe eines Nerven Neurilemma. Man ist gegenwärtig übereingekommen, diesen Namen nur mehr für die Schwann'sche Scheide, für die übrigen Hüllen dagegen die obengenannten Bezeichnungen zu verwenden.

Die Blutgefässe der peripheren Nerven, kleine Arterien und Venen, folgen der Längsrichtung des Nerven und liegen zunächst im Epineurium. Weiterhin treten zahlreiche feine Gefässe durch die Perineuralscheiden hindurch in das Innere der secundären Bündel, wo sie in ein zierliches Capillarnetz mit langgestrekten Maschen übergehen. Die kleinen Arterien werden von feinen Gefässnerven (Nervi nervorum) begleitet [W. Krause].

Die Nervenwurzeln behalten in centraler Richtung ihre Schwann'schen Scheiden bis zum Eintritt in das Rückenmark. Hier tritt an Stelle der Schwann'schen Scheide die Neuroglia [Ranvier].

b) Spinalganglien.

Die Spinalganglien bestehen aus Ganglienzellen und Nervenfasern, als wesentlichen Gebilden; hiezu kommen noch Bindegewebe, Blut- und Lymphgefässe. Die Ganglienzellen (Fig. 187) sind zum überwiegenden Theil unipolar, doch sind Fälle bekannt, in welchen von einer umschriebenen Stelle der Zelle mehrere Ausläufer abgingen. Wie Ranvier fand, zeichnet sich der gewöhnlich vorhandene einfache Fortsatz dadurch aus, dass er nach erhaltener Markscheide sich früher oder später in zwei Fortsätze theilt. Der eine dieser Fortsätze zieht sicher zur Peripherie, der andere wahrscheinlich centralwärts. Hiermit stimmt überein, dass Zählungen der Fasermengen oberhalb und unterhalb der Ganglien ungefähr dieselben Zahlen ergeben haben [Holl, Stiénon). Von Retzius sind die Befunde Ranvier's im Wesentlichen bestätigt worden. Er fand durch die Zerzupfung von Ganglien, dass in denselben Zweitheilungen myelinhaltiger Nervenfasern sehr gewöhnlich vorkommen; so verhält es sich von den Batrachiern aufwärts bis zum Menschen. Der einfache Ausläufer der Spinalganglienzellen vereinigt sich nach Gewinnung der Markscheide scheinbar mit einer anderen myelinhaltigen Nervenfaser. Diese Vereinigung ergibt sich aber bei genauerer Untersuchung als eine Theilung des Zellenausläufers, indem sein Axencylinder sich in zwei Arme spaltet, von welchen je einer zum Axencylinder der beiden Theilungsfasern wird. Ob die eine nach dem Centrum, die

andere nach der Peripherie zieht, konnte nicht entschieden werden; ebensowenig, ob alle Ausläufer der Spinalganglienzellen die geschilderte Zweitheilung eingehen. Unausgemacht bleibt ferner, ob alle Fasern der sensiblen Wurzel je mit einem solchen vermutheten centralen Ausläufer der Ganglienzelle in Verbindung treten; ein Theil der sensiblen Fasern könnten einfach durchschreitende oder vorbeilaufende sein. Wichtig ist die Erfahrung, dass bei Fischen die Spinalganglienzellen gegenständig bipolar sind; beim Neunauge (Petromyzon) aber kommen bipolare und unipolare Fortsätze jener Art vor, die sich nachträglich theilen. So würde Petromyzon hierin eine Brücke schlagen zwischen den übrigen Fischen und den höheren Wirbelthieren [Freud]. Nach Rawitz dagegen, welcher neuerdings die Spinalganglien untersuchte, durchziehen bei den Säugethieren sämmtliche Fasern der hinteren Wurzel das Ganglion spinale, ohne irgend welche Verbindungen mit ihm einzugehen.

Das Bindegewebe der Spinalganglien ist wie das der Nervenwurzeln als eine Fortsetzung der Hirnhäute zu betrachten. Jede einzelne Zelle und ihre Faser erhält eine Schwann'sche Scheide (Fig. 187).

Vergleichung der Hirnnerven mit den Rückenmarksnerven.

Ein jeder Spinalnerv besteht nach dem Früheren aus einer dorsalen (sensiblen), mit einem Spinalganglion versehenen, und aus einer ventralen (motorischen) Wurzel. Mit dem Ramus visceralis des vorderen Astes des gemischten Spinalnervenstammes verbindet sich ein sympathisches Ganglion. Dieses Ganglion liegt hiernach auf der motorischen Seite und hat überhaupt zu den motorischen Nerven innigere Beziehungen als zu den sensiblen, ohne dass wir es ohne Weiteres schon ein motorisches Ganglion nennen wollen (s. oben S. 572).

Vergleicht man die zwölf Hirnnerven mit den Spinalnerven, so ergibt sich sofort ein auffallender Unterschied. Drei der Hirnnerven sind reine Sinnesnerven. (Olfactorius, Opticus, Acusticus); sechs sind nach der gewöhnlichen Annahme rein motorisch (Oculomotorius, Trochlearis, Abducens, Facialis, Accessorius, Hypoglossus); drei endlich sind gemischter Natur (Trigeminus, Glossopharyngeus, Vagus).

Von allen diesen Nerven folgt dem Spinalnerventypus bis zu einem höheren Grade nur ein einziger, der Trigeminus; er hat eine grössere sensible, und eine kleinere motorische Wurzel; erstere schwillt zu dem Ganglion semilunare an. Ihm am nächsten würde der Acustico-facialis als Homologon eines Spinalnerven sich geltend machen.

Oculomotorius, Trochlearis, Abducens, Hypoglossus verhalten sich wie isolirte ventrale Wurzeln. Glossopharyngeus und Vagus sind vom Ursprung an bereits gemischte Nerven. Olfactorius und Opticus stehen dem spinalen System am fernsten, selbst wenn wir statt Olfactorius Fila olfactoria in die Vergleichung einsetzen. Der Opticus hat überhaupt keinen Vergleichungspunkt mit den Spinalnerven, er ist eine Hirncommissur. Die Fila olfactoria könnte man geneigt sein als eine der sensiblen Wurzel eines oder mehrerer Spinalnerven homologe Erscheinung zu betrachten; allein es fehlt das Ganglion und auch ausserdem würde die Aehnlichkeit nur darauf hinauslaufen, dass in beiden central entspringende und in die Peripherie ziehende (im Olfactorius marklose) Nervenfäden vorhanden sind.

Halten wir uns der Einfachheit wegen zuerst an den so rein spinalartig erscheinenden Trigeminus. Ist dieser, ein so gewaltiges pheripheres Gebiet beherrschende Nerv einem Spinalnerven zu vergleichen, oder ist er etwa aus mehreren Nerven zusammengeflossen? Ist seine schwache motorische Wurzel, die im Gegensatz zu der sensiblen nur ein sehr beschränktes Gebiet (das der Kaumuskeln) versorgt, die ganze motorische Wurzel, oder ist vielmehr letztere in einzelne Stücke zersprengt, von welchen einige vor, einige hinter der Portio minor liegen? Gehört also vielleicht der Oculomotorius, Trochlearis, Abducens und Facialis zur motorischen Wurzel des Trigeminus? Ist die Zersprengung der motorischen Wurzel der Ausdruck der Norm und des Vorhandenseins von neuralen Folgestücken, oder im Gegentheil jene Verbindung, wie sie in der sensiblen Wurzel vorzuliegen scheint? Welche Stellung kommt alsdann dem Acusticus zu? Der Glossopharyngeus und Vagus sind schon dem Ursprung nach gemischter Natur. Sie versorgen mit ihren motorischen Fasern Gebilde, die aus den embryonalen Seitenplatten hervorgingen. Ist diese ursprüngliche Mischung schon bei den Spinalnerven die Norm? Dann hätte es nichts Auffallendes, wenn dem gemischten Vagus sich noch ein starker Theil des Accessorius zugesellen würde. Gehört nun aber auch der Hypoglossus als ventrale Wurzel dem Vagus an?

Hat man sich diese Fragen vorgelegt, so wird man sich sofort vergegenwärtigen, wie viel zur Lösung derselben abhängt von einer genauen Kenntniss der im gesammten Kopfgebiet enthaltenen Folgestücke. Man wird ferner die Gesammtheit der Mittel in Erwägung ziehen müssen, welche uns zur Verfügung stehen, um Klarheit in diesem schwierigen, wichtigen und viel untersuchten Gegenstande zu erhalten.

Die zur Beantwortung der fraglichen Verhältnisse gegebenen Mittel sind die folgenden:

1) Die Untersuchung und Vergleichung des centralen Ursprungs der Hirnnerven mit dem der Rückenmarksnerven.

2) Die Untersuchung und Vergleichung der peripheren Ausbreitung der Hirnnerven und Rückenmarksnerven.

3) Die vergleichend-anatomische Untersuchung des Ursprungs und der peripheren Verbreitung beider im Reich der Wirbelthiere.

4) Die embryologische Untersuchung.

Alle diese Wege sind bisher schon mit Erfolg betreten worden und versprechen auch dem künftigen Forscher noch Ausbeutung.

Eine Uebersicht der neueren Anschauungen zeigt uns Folgendes. Olfactorius und Opticus von der Vergleichung ausschliessend unterscheidet Gegenbaur, wesentlich von vergleichend-anatomischen Gesichtspunkten ausgehend, eine Trigeminusgruppe und eine Vagusgruppe der Gehirnnerven. Zur Vagusgruppe gehört ausser dem Vagus der Glossopharyngeus, Accessorius und Hypoglossus. Zur Trigeminusgruppe gehört ausser dem Trigeminus der Oculomotorius, Trochlearis, Abducens, Facialis und Acusticus. In der Trigeminusgruppe hält Gegenbaur den Oculomotorius und Trochlearis durch ihren Ursprung und ihr Verbreitungsgebiet schwer auf Spinalnerven beziehbar, den Trochlearis überhaupt nicht, da dieser in seinem Verhalten als ein Nerv eigener Art oder als ein gelöster Theil des Trigeminus erscheine, welcher letztere mit dem Verhalten der Spinalnerven übereinstimme. Den Abducens reiht Gegenbaur dem Fa-

cialis an, welcher mit dem Acusticus zusammen gleichfalls einem Spinalnerven entspricht. In der Vagusgruppe ist der Glossopharyngeus wieder einem Spinalnerven ähnlich, während im Vagus complicirtere Verhältnisse vorliegen, die ihn als aus einem Complexe von Nerven entstanden beurtheilen lassen. Ihm reiht sich der Accessorius an, dagegen scheint der Hypoglossus einer Anzahl vorderer, in niederen Zuständen dem Vagus zugehöriger Wurzeln zu entsprechen. Die gegenüber den Spinalnerven vorhandene Veränderung ist bei den drei letztgenannten Nerven viel grösser, als bei den Nerven der Trigeminusgruppe [Gegenbaur].

Betrachten wir die Nervenkerne des Hirngebietes (Fig. 243), so gehört der Nucleus oculomotorii und trochlearis, welcher letztere mit dem ersteren hinten zusammenhängt, dem Mittelhirn an. Ob beide als zwei Segmenten entsprechende Theile zu deuten sind, oder einem einzigen angehören, bleibt dabei zweifelhaft; der Ursprung aber ist ein gleichartiger und lässt den Trochlearis dem Oculomotorius unmittelbar zur Seite stellen.

Alle folgenden Hirnnerven gehören mit ihren Kernen wesentlich dem Hinterhirn an, und zwar der Trigeminus (welcher vorn in das Mittelhirn, hinten in das Rückenmark übergreift), Abducens und Facialis dem Hinterhirn im engeren Sinne; der Glossopharyngeus, Vagus, Accessorius (welcher in das Cervicalgebiet hinabreicht) und Hypoglossus dem Nachhirn. Der Acusticus gehört beiden Abtheilungen gemeinsam an, dem Hinterhirn und Nachhirn. Nun wissen wir aber vom Rückenmark her, dass die Kerne der sensiblen Wurzeln sich sehr weit zerstreuen und über das Segment hinausgreifen; wir werden sie also auch am Gehirn weniger verwerthen können, als die motorischen. Von motorischen Kernen der Hirnnerven gehört der Kern des Oculomotorius und Trochlearis dem Mittelhirn an. Die motorischen Kerne des Trigeminus, des Abducens und Facialis sind im Hinterhirn enthalten. Ob in der That ein zweiter motorischer Kern des Trigeminus vorhanden ist, der in's Mittelhirngebiet reicht (Fig. 243, V,,,), oder ob hier nicht ein sensibler Trigeminuskern vorliegt, darf noch als zweifelhaft betrachtet werden. Der Kern des Hypoglossus und die motorischen Kerne des Vagus und Glossopharyngeus gehören, wie die sensiblen, dem Nachhirn an. Weder der Vagus noch der Hypoglossus erscheinen in ihren Kernen als eine Gruppe von Nerven; vielmehr hängt sogar der Kern des Glossopharyngeus mit dem Kern des Vagus unmittelbar zusammen. Die Bestimmung der Zahl lässt sich also auf diesem Wege nicht geben. Es ist dagegen leicht, dorsale und ventrale Wurzeln von einander zu sondern: als ventrale Wurzeln machen sich geltend diejenigen des Oculomotorius, Trochlearis, Abducens und Hypoglossus, des motorischen Theils des Trigeminus, des Facialis, des motorischen Theils des Glossopharyngeus und Vagus, sowie des Accessorius. Als dorsale Wurzeln erscheinen: der sensible Theil des Trigeminus, die Wurzeln des Acusticus, die sensiblen Theile des Glossopharyngeus und Vagus.

Zieht man die Entwicklungsgeschichte der Nerven heran, so kann die Entwicklungsgeschichte der eben betrachteten Ursprungskerne, der Ganglien der Nerven, und der Nervenstämme selbst in Erwägung gezogen werden. Die Ganglien der Gehirnnerven entstehen wesentlich in drei Gruppen, die sich nachträglich in mehrere Abtheilungen, und schliesslich in alle die Abtheilungen sondern, die uns der Fötus und Erwachsene zeigt. Das erste Ganglion ist das-

jenige des Trigeminus, das zweite dasjenige des Acustico-facialis, das dritte das des Glossopharyngeo-Vagus. Aber selbst der Hypoglossus entwickelt ein kleines, später atrophirendes Ganglion [Froriep]. Nach den Untersuchungen von His sind dagegen fünf (spinale) Ganglien am Kopf zu unterscheiden, ein Ganglion ciliare, eines des Trigeminus, von welchem das G. ciliare sich frühzeitig trennt, eines des Acustico-facialis, eines des Glossopharyngeus und eines des Vagus.

Wichtig für das Verständniss der Hirnnerven sind besonders die von A. Wijhe am Selachierkopfe gewonnenen embryologischen Erfahrungen. Im Kopfe treten im Ganzen neun Urwirbel auf, welche alle, mit Ausnahme des soliden ersten, eine Höhle einschliessen, und ununterbrochen in die Urwirbelreihe des Rumpfes übergehen. Die Hauptmasse der Muskulatur des Kopfes, nämlich die ganze Kiemen- und Kiefermuskulatur entwickelt sich jedoch nicht aus den Urwirbeln, sondern aus den Seitenplatten des Kopfes. Im Uebrigen zerfällt jeder Urwirbel des Kopfes in ein Muskelsegment und Skeletsegment. Hieraus würde zu folgern sein, dass im Kopf (zunächst der Selachier) neun Folgestücke vorhanden seien. Aus dem ersten bis dritten Urwirbel entwickeln sich die Augenmuskeln; das vierte bis sechste Muskelsegment werden rudimentär und verschwinden. Jedes Kopfsegment besitzt typisch sowohl eine ventrale, als eine dorsale Nervenwurzel. Olfactorius und Opticus verlaufen vor den Segmenten (prävertebral). Der N. trigeminus entspricht den beiden vorderen Segmenten und zwar zwei dorsalen Wurzeln; der Oculomotorius und Trochlearis sind die zugehörigen ventralen Wurzeln. Die dorsalen Wurzeln des dritten und vierten Segmentes stellt der N. acustico-facialis dar; der Abducens ist ventrale Wurzel für das dritte Segment, die dem vierten fehlt. Ebenso fehlt sie dem fünften Segment, dessen dorsale Wurzel vom Glossopharyngeus dargestellt wird. Der Vagus entspricht vier dorsalen, der Hypoglossus drei bis vier ventralen Wurzeln für das sechste, siebente, achte und neunte Segment. Das Ganglion ciliare glaubt Wijhe als Homologon eines Spinalganglion auffassen zu müssen; es ist nicht zu verwechseln mit dem Ganglion oculomotorii, welches später entsteht und dem Sympathicus angehört (s. auch oben S. 308).

An Wiederkäuer-Embryonen konnte Froriep in der Occipitalgegend drei Urwirbel unterscheiden, von welchen einer vollständig ist, während die beiden anderen, vor ihm gelegenen, nur rudimentäre Gebilde darstellen. Der Hypoglossus entspricht bei den Wiederkäuern mindestens drei Spinalnerven, vielleicht mehr. Interessanterweise entwickelt der Hypoglossus auch eine dorsale Wurzel, wie oben schon erwähnt. Diese ist allerdings unverhältnissmässig klein, besteht nur aus einigen wenigen Nervenfäden, welche auch von einem kleinen entsprechenden Ganglion aufgenommen werden. Doch kommt nach neueren Beobachtungen von Froriep selbst vor diesem Ganglion noch ein kleines Rudiment eines Ganglion hypoglossi vor. Den Vagus betrachtet Froriep in Folge dessen nicht als einen dorsalen Nerven, zu welchem der Hypoglossus als ventraler Nerv gehört, sondern als einen vor dem Hypoglossus gelegenen besonderen Nerven. Obwohl er hierin wohl zu weit geht, so ist doch auch hier wieder erkennbar, dass die Frage der Kopfnerven, wie sie zu den interessantesten gehört, und so weit sie schon gefördert ist, doch noch eine Reihe schwieriger Punkte in sich birgt.

VI. Das Ganglienneryensystem, Systema nervorum vegetativum s. gangliosum s. N. sympathicus.

Wie die bisher betrachteten Theile des Nervensystems eine segmentale Anordnung seiner Bestandtheile mehr oder weniger deutlich erkennen lassen, so ist dies auch bei dem sympathischen Nervensystem der Fall. Das sympathische Nervensystem besteht nämlich:

1) aus einer jederseits längs der Wirbelsäule gelagerten grossen Anzahl (20—24) Ganglien (Ganglia sympathica), welche mit einander durch Verbindungsstränge (Rami internodiales) zu je einem Längsstrang, dem sogenannten Grenzstrang des Sympathicus verbunden sind;

2) aus Rami interfuniculares, d. h. Verbindungszweigen, Commissuren, welche zwischen den Ganglien beider Körperhälften bestehen. Sie sind besonders im Lumbal- und Sacraltheil des Sympathicus ausgeprägt;

3) aus den Rami communicantes, d. h. Nerven, welche den Grenzstrang mit dem cerebrospinalen Nervensystem in Verbindung setzen; und

4) aus zahlzeichen peripheren Zweigen, welche von den verschiedensten Stellen des Grenzstrangs ausgehen, die Peripherie gewinnen, hier mit cerebrospinalen Nerven neuerdings an vielen Orten in Verbindung treten, sowie zur Geflechtbildung und zur Aufnahme kleinerer oder grösserer Ganglien in die Geflechte grosse Neigung haben. Letztere Ganglien werden periphere Ganglien genannt.

I. Der Grenzstrang und seine Ganglien (Fig. 342).

Der Grenzstrang des Sympathicus liegt theils vor, theils neben der Wirbelsäule, theils an der Schädelbasis, und erstreckt sich vom Kopf bis zum Steissbein herab. Entsprechend den einzelnen Körpergegenden zerlegt man ihn in einen Kopf-, Hals-, Brust-, Bauch- und Beckentheil. Es ist zweckmässig, mit dem Halstheil des Sympathicus die genauere Bekanntschaft dieses Systems zu beginnen, und von hier aus längs der Wirbelsäule herabzugehen. Nach Kenntnissnahme dieses ausgedehnten Gebietes haben wir uns an den Kopftheil des Sympathicus zu begeben.

Das Ganglion cervicale supremum s. fusiforme (Fig. 336, 24; Fig. 342, a; Fig. 378) ist eine platte, spindelförmige Anschwellung, welche in der Regel etwa 25 mm lang, 6—8 mm breit und 3—5 mm dick ist, aber mancherlei Verschiedenheiten der Form, bald breitere, bald schlankere Gestalt, zuweilen auch Einbiegungen der Ränder zeigt, welche als Spuren einer Zusammensetzung aus mehreren Ganglien gedeutet werden müssen. Das Ganglion liegt vor den Querfortsätzen des zweiten und dritten Halswirbels, vor dem M. rectus capitis anticus major und der Fascia praevertebralis, hinter der Carotis cerebralis, medianwärts vom N. vagus. Am oberen und unteren Ende setzt es sich in einen longitudinalen Nervenstrang fort. Der vom oberen (proximalen, cranialen) Ende des Ganglion ausgehende Nerv, N. caroticus internus (Fig. 378, c) ist als

die Fortsetzung des Grenzstrangs in das Kopfgebiet zu betrachten. Er begleitet die Carotis interna, gelangt auf ihrer hinteren Seite in den Canalis caroticus und theilt sich alsbald in zwei Aeste, einen Ramus lateralis und einen Ramus medialis, welche wir später in das Auge zu fassen haben werden. Kurz erwähnt sei hier nur ein zweiter oberer Ast des Ganglion, der N. jugularis (Fig. 340; Fig. 378, j), welcher sich ebenfalls in zwei Aeste theilt, den Ast zum Ganglion petrosum glossopharyngei und den Ast zum Ganglion jugulare vagi. Aber auch mit dem Ganglion cervicale vagi steht das Ganglion fusiforme in Verbindung (Fig. 340). Das untere (caudale, distale) Ende des Ganglion fusiforme geht in der Höhe des vierten, zuweilen erst des fünften Halswirbels in einen Nervenstamm fort, der in seltenem Falle auch doppelt gefunden wird und eine Verbindung mit dem mittleren Halsganglion herstellt. Letzteres Ganglion kann fehlen; dann geht jener Nervenstamm, in welchem wir den ersten Ramus internodialis des Halses zu erblicken haben, in das untere Halsganglion über.

Das mittlere Halsganglion, Ganglion cervicale medium s. thyreoideum (Fig. 336, 25; Fig. 342, b) ist meist von ovaler Gestalt, liegt an der vorderen medialen Seite des Truncus thyreo-cervicalis oder der A. thyreoidea inferior und ist ebenfalls an Grösse wechselnd; es kann durch 2—3 kleinere Ganglien ersetzt werden, aber auch ganz fehlen. Sein Ramus internodialis inferior ist gewöhnlich doppelt und umgreift die A. subclavia (Fig. 336. 342). Die so enstehende Schlinge hat den Namen Ansa Vieussenii s. subclavialis; der hintere Verbindungsfaden ist der stärkere und zieht geradenwegs zum unteren Halsganglion; der vordere ist schwächer und umgreift im Bogen die Subclavia.

Das Ganglion cervicale inferius s. tertium (Fig. 336, oberhalb 26; Fig. 342 c) liegt in der Vertiefung zwischen dem Querfortsatz des letzten Halswirbels und der ersten Rippe, hinter der A. subclavia und der Wurzel der A. vertebralis; es heisst darum auch Ganglion vertebrale. Es übertrifft das untere Halsganglion an Grösse, ist von unregelmässig sternförmiger Gestalt, und kann sich so weit nach abwärts erstrecken, dass es mit dem ersten G. dorsale zusammenfliesst (Fig. 336, 26; Fig. 342, cd).

Es könnte scheinen, als ob in diesen 3 bis 2 Halsganglien sich eine segmentale Anordnung nicht ausspreche. Das Verhältniss des unteren Halsganglion zum ersten Brustganglion zeigt uns indessen bereits an, wie die am Halse vorhandene Anordnung zu verstehen ist. In den Halsganglien hat eine Verschmelzung von acht Ganglien auf drei stattgefunden; und zwar kommen auf das obere Halsganglion gewöhnlich drei bis vier, auf die beiden unteren vier bis fünf Ganglien. Dies zeigte besonders deutlich die Betrachtung der Rami communicantes. Dabei ist nicht ausgeschlossen, dass das Ganglion fusiforme auch noch einzelne cerebrale Elemente enthalten könnte, obwohl es mit Rücksicht auf das Ganglion cervicale vagi und petrosum glossopharyngei bezweifelt werden muss.

Das Ganglion dorsale primum s. G. stellatum (Fig. 336, 26; Fig. 342 d) beginnt die Reihe der, 11—12 Ganglien umfassenden Brustknoten des Sympathicus. Sie alle liegen jederseits neben der Wirbelsäule vor den Rippenköpfchen, bald näher dem oberen, bald näher dem unteren Rippenrande. Nur

die beiden unteren Ganglia dorsalia nähern sich wieder der Wirbelsäule und liegen an der Seitenfläche der beiden letzten Brustwirbel. Sie alle sind durch einfache Rami internodiales jederseits zum Brusttheil des Grenzstrangs mit einander vereinigt. Dieser wird von der Pleura costalis bedeckt und liegt somit ausserhalb des hinteren Mittelfellraums. Das erste Brustganglion ist das grösste und verschmilzt nicht selten mit dem unteren Halsganglion; nicht selten auch verschmilzt mit ihm das zweite Brustganglion. Die Brustganglien besitzen eine dreieckige oder spindelförmige Gestalt und sind, wie aus dem Gesagten sich von selbst ergibt, deutlich segmental angeordnet.

Vom Ganglion dorsale infimum setzt sich der Stamm des Grenzstrangs in die Bauchhöhle fort und durchzieht dabei die bekannte, zwischen dem medialen und lateralen Zwerchfellschenkel befindliche Fissura sympathica, oder durchbricht den lateralen Schenkel selbst. So gelangt die Pars lumbalis n. sympathici auf die Vorderfläche der Lendenwirbelkörper und liegt unmittelbar medianwärts von den Psoas-Ursprüngen, der rechte hinter der V. cava inferior, der linke hinter der Aorta. Der Lendentheil des Grenzstrangs enthält 4—5 Ganglia lumbalia (Fig. 342, l—ss) von spindelförmiger oder ovaler Gestalt; das letzte ist gewöhnlich das grössere.

Der Lendentheil des Grenzstrangs geht über in den Beckentheil (Pars pelvina s. sacro-coccygea n. sympathici). Meist sind vier, seltener fünf Ganglia sacralia, und ein Ganglion coccygeum vorhanden. Die Pars sacralis liegt auf der vorderen ausgehöhlten Fläche des Kreuzbeins, medianwärts von den Foramina sacralia anteriora (Fig. 342, von ss abwärts). Die Grenzstränge beider Seiten nähern sich dabei allmählich einander (Fig. 342). Das caudale Ende, die Pars coccygea des Grenzstrangs verhält sich in verschiedenen Fällen verschieden. Häufig geht vom unteren Ende des letzten Kreuzknotens jederseits ein Ramus internodialis aus, welcher zur Mitte der vorderen Fläche des ersten Steisswirbels zieht und hier mit dem der anderen Seite in einem kleinen unpaaren Ganglion, dem Ganglion coccygeum, s. impar, s. Walteri, zusammentrifft. Nach Henle ist eine Vereinigung des rechten und linken untersten Kreuzknotens durch eine abwärts convexe Schlinge (Ansa sacralis) das häufigere Vorkommniss. Das Ganglion coccygeum ist als normales Vorkommniss schon oft bestritten worden. Ich gebe darum in Fig. 377 die Abbildung des Sacraltheils des Grenzstrangs mit dem Ganglion impar (c). Das betreffende Präparat stammt vom neugebornen Menschen und ist hier bei dreifacher Vergrösserung nach einer Aufnahme mit dem Prisma dargestellt. Zwischen den beiden letzten Sacralganglien befindet sich ein doppelter Ramus interfunicularis, dessen oberer Faden einerseits in das zunächst oberhalb gelegene Ganglion einmündet. Sämmtliche Ganglien sind mikroskopisch als solche sichergestellt. Inmitten des Dreiecks zwischen den drei letzten Ganglien befindet sich ein sehr kleines Ganglion, zu welchem Fädchen von den letzten Sacralganglien gelangen und welches nach abwärts jederseits ein Fädchen aussendet. Vom Ganglion coccygeum (c), welches an Grösse den unteren Sacralganglien gleichkommt, gehen abwärts starke Fäden aus.

Im Ganzen besteht hiernach der der Wirbelsäule entsprechende Grenzstrang jederseits aus 20—24 einzelnen Ganglien und ihren Rami internodiales.

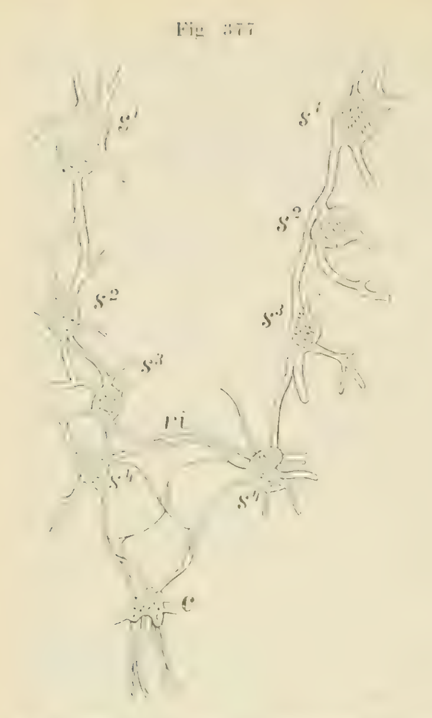


Fig. 377. Sacraltheil des Grenzstrangs des Neugeborenen, schwach vergrössert.

$s^1 - s^4$, die vier Sacralganglien. c, das unpaare, aber seine Zusammensetzung aus zweien noch andeutende Ganglion coccygeum mit starken peripheren Zweigen, die mit der A. sacralis media verlaufen. Dorsalwärts vom Ganglion coccygeum ein kleines Interfunicularganglion ri, Ramus interfunicularis zwischen den beiden, bezw. drei letzten Sacralganglien. Prismazeichnung des unter Glasplatten liegenden Präparates.

II. Rami communicantes.

Das einfachste Verhalten zeigen die Rami communicantes im Gebiet des Brusttheils des Grenzstrangs. Der Ramus communicans (Fig. 343, v) verlässt den N. intercostalis (i) entweder gegenüber dem Abgang des Ramus dorsalis (p) oder unmittelbar lateralwärts neben demselben, wendet sich darauf unter spitzem Winkel median-, ab- und vorwärts und senkt sich in den lateralen Rand des benachbarten Ganglion, sehr selten in den Ramus internodialis superior oder inferior (rs, ri) ein. Er ist entweder einfach oder in zwei, selbst drei Fäden getheilt, welche entweder parallel nebeneinander liegen, oder am Spinalnervenstamm in Abständen entspringen und gegen das Grenzstrangganglion convergiren. Eine Divergenz der Fäden tritt in dem Falle ein, als die Fäden eines Ramus communicans zu zwei verschiedenen Grenzstrangganglien sich begeben.

Die Rami communicantes des Halstheils des Sympathicus oder der Halsnerven sind nach Zahl und Verbindungen ziemlich wechselnd. Dies wird wesentlich hervorgebracht durch die verschiedene Länge des oberen Halsganglion und durch das Vorkommen oder Fehlen des mittleren. Hiemit hängt es zusammen, dass die Rami communicantes der beiden oberen und der beiden unteren Halsnerven die regelmässigste Anordnung in diesem Abschnitt zeigen. Der R. communicans des ersten Halsnerven geht direct aus dessen Ramus anterior oder aus der Ansa cervicalis prima, oder (häufiger) aus der Schlinge des ersten Halsnerven (des Ramus ventralis) zum N. hypoglossus hervor (vgl. Fig. 341). Der Ramus communicans des Cervicalis II pflegt aus dessen Ramus anterior selbst hervorzugehen. Die Rami communicantes der beiden ersten Halsnerven begeben sich zum Ganglion fusiforme. Die Rami communicantes des Cervicalis III—VI entspringen bald direct aus den vorderen Aesten, bald aus den Ansae. Sie gelangen bald auf, bald unter den tiefen Halsmuskeln zum Grenzstrang. Der dritte R. communicans gesellt sich ebenfalls zum G. fusiforme. Ebenso verhält sich der vierte; oder dieser tritt, wie der fünfte und sechste zum G. cervicale medium, wenn ein solches vorhanden ist; oder der vierte legt sich, wie die Rami communicantes der übrigen mittleren Halsnerven, an den Ramus internodialis zwischen dem oberen und unteren Ganglion an. Der siebente und achte Ramus communicans treten zum unteren Ganglion. Das Gleiche ist auch vom sechsten beobachtet worden.

Die Rami communicantes der Lendengegend sind lang; sie haben von den Foramina intervertebralia bis zur Vorderfläche der Bauchwirbel einen langen Weg zurückzulegen. Sie nehmen diesen Weg in transversaler oder in sanft aufsteigender Richtung, unter oder zwischen den Bündeln des Psoas, und kommen in den vertikalen Spalten zum Vorschein, welche zwischen der Vorderfläche der Wirbelkörper und den medialen Sehnenbogen des Psoas vorhanden sind. Sie sind gewöhnlich doppelt und häufig so angeordnet, dass ein und dasselbe Ganglion sich mit zwei verschiedenen Lumbalnerven verbindet; aber auch der andere Fall kommt vor, dass ein Ramus communicans seine Fäden auf zwei benachbarte Ganglien vertheilt. Dasselbe gilt von der Pars sacralis.

Die Rami communicantes des Beckentheils sind häufig doppelt, immer aber kurz, entspringen sofort beim Austritt der Rami ventrales aus den Foramina sacralia anteriora und wenden sich medianwärts zu den benachbarten Grenzganglien, indem sie die A. sacralis lateralis überschreiten.

Was die Bedeutung der Rami communicantes betrifft, so verknüpfen sie im allgemeinen Sinne das spinale oder cerebrospinale System mit dem sympathischen. Auch bei den Gehirnnerven werden wir Rami communicantes kennen lernen; oder vielmehr, wir haben sie bereits kennen gelernt, es ist nur noch einmal der Blick darauf zu richten, da sie nunmehr erst verstanden werden. Was nun jene hervorgehobene Verknüpfung der beiden Systeme im Besonderen anbelangt, so werden die Rami communicantes gewöhnlich als Wurzeln des Sympathicus bezeichnet. Man will damit vor Allem sagen, dass die Rami communicantes dem Grenzstrang cerebro-spinale Fasern und Faserbündel zuführen. Dass in der That die Rami communicantes dem Grenzstrang cerebro-spinale Fasern zuführen, darüber besteht kein Zweifel mehr. Und zwar werden dem Grenzstrang und seinen noch zu betrachtenden Aesten durch die Rami communicantes sowohl motorische als auch sensible Fasern zugeführt. Allein es wäre verfehlt zu glauben, dass die Aufgabe der Rami communicantes hiemit erschöpft sei. Dieser Aufgabe gesellt sich vielmehr eine zweite zu, welche darin besteht, den cerebro-spinalen Nerven sympathische Fasern zuzuführen. Der Ramus communicans ist seiner doppelten Aufgabe entsprechend theils cerebro-spinaler Ast und insoweit Wurzel des Sympathicus; soweit er dies ist, stellt er einen Ramus intestinalis s. visceralis der cerebro-spinalen Nerven dar. Der Spinalnervenstamm theilt sich hiernach in einen Ramus anterior, posterior und visceralis. Der Ramus communicans ist aber nicht allein cerebro-spinaler Ast, er ist mit einem andern Theil seiner Fasern Ast des Sympathicus und sein Centrum das Ganglion sympathicum. Die Fasern dieses Astes werden in die Peripherie des Spinalnervenstammes, vor Allem in die Peripherie des Ramus anterior übergeführt (s. Fig. 343). Da der Ramus communicans hiernach theils Fibrae cerebro-spinales, theils Fibrae sympathicae enthält, hat man ein gleiches Recht, den Ramus communicans als einen Bestandtheil des Sympathicus zu betrachten, oder ihn als Bestandtheil der cerebro-spinalen Nerven aufzuführen; man hat vielmehr gleiches Unrecht mit der ausschliesslichen Betonung der einen Eigenschaft.

Im einfachsten Falle sind beide Faserklassen in einem Ramus communicans enthalten. So verhält es sich [nach Bidder und Volkmann] im vorderen Theil des Sympathicus des Frosches; der Ramus communicans erscheint dann

um so weisser, je mehr markhaltige spinale Fasern er enthält; er erscheint um so grauer, je mehr graue (Remak'sche, gelatinöse, sympathische) Fasern er einschliesst.

An vielen Stellen des Körpers sind aber, wie oben erwähnt, für jeden Spinalnerven zwei oder selbst drei Rami communicantes vorhanden. Von jenen zweien pflegt der eine vorzugsweise markhaltige spinale, der andere besonders graue aus dem Sympathicus zu enthalten. Jener erscheint desshalb weiss von Ansehen, dieser grau. Meist aber sind in jedem der beiden Theile Fasern beider Klassen vorhanden, so dass ein Theil, der graue, am spinalen Stamme peripheriewärts, der andere, weisse Theil centralwärts zieht. Je nach den einzelnen Gegenden überwiegt im Ramus communicans bald die Zahl der spinalen, bald die Zahl der sympathischen Fasern. Beim Frosche fehlen nach Bidder und Volkmann in den Rami communicantes der hinteren Ganglien die spinalen Fasern vollständig und sind hier nur graue, in die Peripherie der spinalen Nerven ziehende Fasern vorhanden.

Woher die grauen Fasern stammen, wie sie vielmehr entspringen und wohin sie ziehen, wie sich die zum sympathischen Ganglion gelangten spinalen Fasern in dem Ganglion und den Rami internodiales verhalten, das haben wir im Augenblick noch nicht zu untersuchen, es genügt einstweilen, bis zu dem angegebenen Punkte über das Wesen der wichtigen Rami communicantes Klarheit erlangt zu haben.

III. Die peripheren Verzweigungen des Sympathicus.

A. Halstheil.

1) Aeste des Ganglion cervicale supremum (Fig. 378).

Fig. 378.

Fig. 378. Ganglion cervicale supremum des Sympathicus. c, Nervus caroticus, sich in einen Ramus internus und externus theilend und in den Canalis caroticus eintretend. j, Ramus jugularis für das Ganglion petrosum glossopharyngei und jugulare vagi. XII—I, Verbindungszweige (Rami communicantes) mit dem Hypoglossus und ersten Halsnerven. X, Verbindungszweige mit dem G. cervicale (Plexus nodosus) vagi. II, III, IV, Rami communicantes mit dem Ramus ventralis cervicalis II—IV. ri, Ramus internodialis inferior. cs, N. cardiacus superior s. longus. le, Verbindungszweig zum N. laryngeus externus. m, Nn. molles zur Carotis externa. ph, Ramus pharyngeus zum Plexus pharyngeus, grossentheils den Rami communicantes der Halsnerven entstammend.

Form und Lage des Ganglions wurde bereits oben (S. 641) im Zusammenhang mit den übrigen Grenzstrangganglien beschrieben. Was aber die von ihm ausgehenden Aeste und Verbindungen betrifft, so werden dieselben gewöhnlich in obere, untere, vordere und hintere eingetheilt.

Obere Aeste: a) N. caroticus internus (Fig. 378c); er dringt mit der A. carotis interna in den Canalis caroticus ein.

b) N. jugularis (Fig. 378j); er theilt sich in zwei Aeste, von welchen der eine zum Ganglion jugulare vagi, der andere zum Ganglion petrosum glossopharyngei verläuft.

Untere Aeste: a) N. internodialis inferior (Fig. 378ri), als Verbindungsstrang zum G. cervicale medium, oder, beim Fehlen desselben, zum Ganglion cervicale inferius.

b) der N. cardiacus superior (Fig. 378cs). Er verstärkt sich oft durch Fäden aus dem Internodialast. Medianwärts von letzterem zieht er vor dem M. longus colli herab und gelangt hinter der A. thyreoidea inferior zur oberen Brustapertur. Rechterseits zieht er hierauf längs der A. anonyma zum tiefen Herzgeflecht, linkerseits längs der A. carotis communis sinistra zum oberflächlichen Theil des Plexus cardiacus, seltener ebenfalls zum tiefen Herzgeflecht. Während seines Verlaufes am Halse geht er mehrfach Verbindungen ein mit den oberen Herznerven des Vagus, dem Laryngeus superior, nicht selten auch dem Laryngeus inferior. Bei seiner Einsenkung in den oberflächlichen Theil des Herzgeflechtes trifft er am concaven Rand des Aortenbogens auf ein einfaches oder doppeltes Ganglion; im letzteren Fall pflegt das rechte grösser zu sein als das linke. Ist das Ganglion einfach, so erreicht es eine Länge von 5—6 mm und wird alsdann Ganglion cardiacum Wrisbergii s. magnum s. inferius genannt. Zuweilen findet sich schon oberhalb im Stamm des N. cardiacus superior ein kleines Ganglion, das Ganglion cardiacum superius.

Hintere Aeste: a) Ein einfacher oder doppelter kurzer, aber starker Verbindungszweig mit dem Ganglion cervicale vagi (X); seine Bedeutung ist wahrscheinlich die eines Ramus internodialis.

b) Ein Verbindungszweig mit dem Hypoglossus (XII).

c) Starke Verbindungszweige mit den drei bis vier ersten Cervicalnerven. Dieselben sind Rami communicantes s. viscerales, ebenso auch diejenigen des Hypoglossus (I, II, III, IV).

Vordere Aeste: a) Nn. molles carotidis externae s. Rami vasculares (m), meist zwei bis drei graue Stämmchen, welche in der Gegend des Ursprungs der A. occipitalis an die Carotis externa herantreten, sie umgreifen und unter Plexusbildung theils abwärts, theils aufwärts begleiten. Der abwärts ziehende Theil gibt

α) einen Zweig gegen die im Theilungswinkel der Carotis communis gelegenen Glandula carotica, und entwickelt

β) den die A. thyreoidea superior umstrickenden Plexus thyreoideus superior, welcher mit dem Gefäss zur Schilddrüse gelangt.

Die aufwärts gerichteten Zweige der Nn. molles sind stärker und entwickeln:

γ) den Plexus caroticus externus. Dieser begleitet die Carotis externa aufwärts bis zu ihrer Theilungsstelle und enthält an der Abgangsstelle der A. auricularis posterior ein kleines Ganglion, Ganglion temporale [Scarpa].

δ) den Plexus lingualis, welcher die A. lingualis begleitet.

ε) den Plexus maxillaris externus für die A. maxillaris externa und ihre Aeste. Mit der A. submentalis gelangen Fäden zum Ganglion linguale s. submaxillare.

ζ) den Plexus pharyngeus ascendens für die A. pharyngea ascendens.

η) den Plexus occipitalis für die A. occipitalis.

ϑ) den Plexus auricularis posterior für die A. auricularis posterior.

ι) den Plexus temporalis für die A. temporalis superficialis.

z) den Plexus maxillaris internus für die Aeste der A. maxillaris interna. Einer der die A. meningea media begleitenden Fäden dringt zum Ganglion oticum vor [Arnold].

b) Rami pharyngei. Diese starken Aeste, deren zwei bis drei vorhanden zu sein pflegen, enthalten deutlich zum Theil unmittelbare Fortsetzungen der Rami communicantes aus den oberen Halsnerven (ph).

c) Verbindungsfäden mit dem N. laryngeus superior (le) (s. Vagus S. 561).

2 **Das Ganglion cervicale medium** entsendet folgende Aeste und Verbindungen:

a) Rami internodiales, einen superior und zwei inferiores (s. S. 642).

b) Rami communicantes zu dem fünften und sechsten Halsnerven (s. S. 644).

c) Nervi molles, graue Fäden, die theils zur Carotis communis, theils zur A. thyreoidea inferior gelangen und dieselbe mit 9 Fäden aus dem unteren Halsganglion umspinnen. So entsteht der, mehrere kleine Ganglien führende Plexus thyreoideus inferior.

d) Der N. cardiacus medius s. magnus ist meist stärker als der N. cardiacus superior und entspringt im Fall des Fehlens des Ganglion aus dem Ramus internodialis. Er zieht hinter der A. carotis interna herab und gelangt vor oder hinter der A. subclavia zum Plexus cardiacus. Zuweilen enthält er in der Brusthöhle ein länglich-rundes Knötchen, das Ganglion cardiacum medium [Arnold].

3. **Das Ganglion cervicale inferius** und **dorsale primum.**

Die Aeste beider Ganglien sind wie letztere selbst, gewöhnlich nicht streng sämmtlich von einander zu sondern. Auch hier sind Rami internodiales, rami communicantes, Nn. molles s. vasculares und ein Ramus cardiacus zu unterscheiden.

a) Rami internodiales s. S. 642.

b) Rami communicantes s. S. 644.

c) Nervi molles. Sie gehen von beiden Ganglien aus und ziehen theils zur A. thyreoidea inferior, grösserentheils aber und in mächtigen Zügen zur A. vertebralis, um welche sie den Plexus vertebralis entwickeln. Dieser starke Plexus erhält Verbindungen mit den Halsnerven, welche bei den unteren Halsnerven ansehnlicher sind als bei den oberen und während seines Verlaufes im Canalis intertransversarius zu ihm gelangen. Der Plexus vertebralis zieht mit der Arterie aufwärts zu ihren Gehirnzweigen.

d) Der N. cardiacus inferior s. parvus, aus dem unteren Hals-, und

e) der N. cardiacus imus aus dem obersten Brustganglion. Beide können sich miteinander zu einem gemeinsamen Nerven verbinden, dem N. cardiacus crassus. Sie gelangen nach kurzem Verlauf, der linke hinter dem Arcus aortae, der rechte hinter der A. anonyma zum tiefen Herzgeflecht.

Plexus cardiacus (Fig. 338).

Zum Geflecht der Herznerven treten die aus dem Stamm des Vagus, aus dem Laryngeus superior, Laryngeus inferior (oder Plexus pulmonalis), sowie die aus den Cervicalganglien und dem ersten Dorsalganglion des Grenzstrangs beider

Seiten entspringenden Herzäste zusammen. Zuweilen gelangt auch ein Faden aus dem Ramus descendens hypoglossi (aus der Ansa cervicalis profunda, S. 568) zum Herzgeflecht; doch es ist die Annahme, auch dieser Faden stamme aus der Bahn des Vagus oder Sympathicus, wahrscheinlich die der Wirklichkeit entsprechende. Der Antheil der Cervicalganglien ist insofern etwas veränderlich, als die bezüglichen Faserbündel in dem einen Falle etwas höher oben, in dem andern Falle weiter unten, aus den Ganglien selbst oder aus den unternodialen Aesten in einer grösseren oder in einer geringeren Anzahl von Strängen aus dem Grenzstrange hervortreten; allein es liegt auf der Hand, dass hierin nur bedeutungslose Unterschiede sich ausprägen. So kann der eine oder andere der aus dem Grenzstrang entspringenden Herznerven scheinbar fehlen, ungewöhnlich fein werden, sich frühzeitig mit dem nächsten Nerven seiner Seite vereinigen; dies macht es erklärlich, dass Zahl und Stärke der Nerven beider Seiten sich sehr ungleich verhalten können.

Bei ihrem Eintreten in die Brusthöhle nähern sich die Nn. cardiaci beider Seiten und bilden mittels zahlreicher Anastomosen ein weitmaschiges Geflecht, das Herzgeflecht, an welchem

1) eine oberflächliche Schicht, *Plexus cardiacus superficialis* s. aorticus anterior, und eine tiefe Schicht, Plexus cardiacus profundus s. magnus unterschieden werden kann. An dem oberflächlichen Plexus betheiligen sich besonders die oberen Herznerven; dieser Plexus dehnt sich mehr nach der linken Seite aus, bedeckt den concaven Rand des Aortenbogens und die Theilungsstelle der A. pulmonalis, und schliesst an dieser Stelle ein doppeltes oder (grösseres) einfaches Ganglion ein, das Ganglion cardiacum Wrisbergii, welches als makroskopisches Ganglion übrigens auch fehlen kann.

2) Die tiefe Schicht, das tiefe Herzgeflecht, *Plexus cardiacus profundus* s. posterior, liegt weiter rechts, zugleich etwas höher als der oberflächliche Plexus, unmittelbar hinter dem Aortenbogen, zwischen ihm und der Theilungsstelle der Trachea. Der tiefe Plexus ist dichter und stärker als der oberflächliche. Von hier aus dringen feine Aeste unmittelbar in die Wand der Vorhöfe ein.

Beide Schichten des Herzgeflechtes senden theils feine Fäden aus, welche an den grossen Gefässstämmen peripher weiter ziehen, theils stärkere Aeste, welche an den grossen Gefässstämmen die Richtung gegen das Herz einschlagen und dabei von dem visceralen Blatte des Pericardium gedeckt werden, welches sich an die Gefässstämme anlegt und seröse Arterienscheide genannt wird. So gelangen diese Aeste zum Sulcus coronarius cordis und bilden einen Plexus coronarius cordis dexter und sinister [Scarpa], von welchen der letztere der stärkere.

a) Der Plexus coronarius cordis dexter s. anterior entsteht sowohl aus dem vorderen als aus dem hinteren Herzgeflecht. Seine Fäden umfassen die Wurzel der Aorta und ziehen in der Rinne zwischen letzterer und der A. pulmonalis zur A. coronaria cordis dextra, folgen dem Verlauf dieser Arterie unter reichlicher Geflechtbildung bis auf die hintere Fläche des Herzens und schicken zahlreiche Fäden abwärts zum rechten Ventrikel, eine geringere Anzahl aufwärts zum rechten Vorhof.

b) Der Plexus coronarius sinister s. posterior stammt vorzüglich aus der linken Seite des tiefen Herzgeflechtes und zieht hinter der A. pulmonalis zum Anfangstheil der A. coronaria sinistra. Von hier aus erstreckt sich der Plexus wesentlich entlang den beiden Hauptästen dieser Arterie, vorn bis in die Nähe der Herzspitze, um den linken Herzrand herum auf die hintere Herzfläche.

Die Nervenfäden beider Kranzgeflechte sind besonders in den Furchen, doch auch in der Substanz des Herzens, mit zahlreichen mikroskopischen Ganglien versehen, reichlicher im Sulcus coronarius als im Sulcus longitudinalis. Schklarewsky, welcher die Vertheilung der Herzganglien an den Herzen kleiner Säugethiere und Vögel untersuchte, fand dementsprechend ausser dem in der Atrioventriculargrenze verlaufenden Ganglienring einen dazu rechtwinkelig gestellten interatrialen Ring, welcher im äussersten Umfang des Septum atriorum verläuft, während die Mitte des Septum frei bleibt. An den Durchschneidungsstellen anastomosiren beide Ringe miteinander. Beide liegen meist ziemlich oberflächlich unter dem Pericardium. Sämmtliche einzelnen Ganglien sind durch Nervenfaserstränge miteinander verbunden. Von den gangliösen Ringen gehen in die Atrien- und Ventrikelmuskulatur beiderseits geflechtartig sich verbindende dünnere Zweige ab, welche kleine Ganglien und einzelne eingelagerte Nervenzellen enthalten. Die ansehnlichsten Zweige dieser Art steigen vorn und hinten an der Ventrikelwand herab; ob sie sich an der Ventrikelspitze zum Ringe schliessen, blieb unentschieden. Bei den Vögeln findet sich ein besonders grosses Ganglion hinten an der Durchkreuzungsstelle beider Ringe. Bei den Säugethieren liegen die ansehnlichsten Ganglien nahe der Vena cava superior. Besonders zahlreich sind die Untersuchungen über die Herznerven des Frosches, ihre Ganglien und ihre Endigungen. Sämmtliche Nervenfasern werden hier dem Herzen in der Bahn des Ramus cardiacus des N. vagus zugeführt; er gelangt längs der Vena jugularis zum Venensinus des Herzens. An der Vereinigungsstelle der beiden Jugularnerven treten beide Rami cardiaci in plexusartige Verbindung [Bidder] und enthalten Ganglienzellen, die Vorhofsganglien. Aus diesem Geflecht entwickeln sich die beiden Scheidewandnerven, welche an der Scheidewand der Vorhöfe bis zur Atrioventriculargrenze herabziehen. An dieser Kreuzungsstelle findet sich vorn und hinten ein ansehnliches Ganglion, die Atrioventicularganglien. Auch die Scheidewandnerven und einige ihrer Aeste zeigen einzelne oder in Gruppen vereinigte Ganglienzellen.

Ueber die Endigungen der Nerven im Herzen liegen ebenfalls genaue Untersuchungen vor. Durch die neuesten Erfahrungen auf diesem Gebiete [Th. v. Openchowski) findet zuerst der Satz Bestätigung, dass im Herzen des Frosches, der Eidechse und des Triton äusserst reichliche Nervenverzweigungen vorhanden sind, von welchen kein Theil frei bleibt. Die Myelinfasern der Nn. vagi gelangen bis zu dem von L. Gerlach beschriebenen Grundplexus, der aus grossmaschigen Nervenverflechtungen besteht; sie werden hier marklos, wie jener selbst, und gesellen sich zu den Remak'schen Fasern, ohne mit ihnen zu anastomosiren. Vom Grundplexus gehen terminale Fasern direct zu den Muskelzellen und enden hier mit kleinen Endknötchen. Jede Zelle erhält eine Endigung, der Kern derselben aber hat mit den Nervenenden nichts zu thun. Diese Innervation entspricht derjenigen, wie sie bei glatten Muskeln stattfindet. Die Mus-

kulatur des Herzens würde also bezüglich ihrer Innervation als eine glatte Muskulatur zu betrachten sein.

Was die physiologische Qualität der Nervenfasern des Herzens betrifft, so sind zwei Arten von centrifugalleitenden Fasern nachgewiesen: 1) Hemmungsfasern, deren Reizung diastolischen Stillstand des Herzens hervorruft; und 2) beschleunigende Fasern, deren Reizung die Zahl der Herzcontractionen vermehrt. Erstere gehören grösstentheils dem Vagus, letztere (N. accelerans) dem Sympathicus und zwar den unteren Herznerven desselben an; ihr eigentliches Centrum liegt jedoch im Halsmark, von welcher Stelle die betreffenden Fasern durch die Rami communicantes in den Grenzstrang gelangen. Eine dritte Art von Herzfasern ist centripetal; sie sammeln sich zum N. depressor [Ludwig], der auf Reizung seines centralen Theiles mit einer Herabsetzung des Blutdrucks antwortet.

Die erste Entdeckung der Herzganglien verdanken wir Remak, welcher zuerst im rechten Herzohr des Kalbes Ganglienzellen auffand.

Wäre das Vorkommen von Ganglien in der Muskulatur und zumal in der quergestreiften Muskulatur auf das Herz beschränkt, so würde eine solche ausnahmsweise Erscheinung sehr auffallend sein. In dem ganzen Gebiet der glatten Muskulatur ist jedoch das Vorkommen von Ganglien führenden Plexus eine sehr weit verbreitete Erscheinung; so zeigt sie sich in der ganzen Länge des Darmkanals. Aber auch im Gebiet der quergestreiften Muskulatur steht das Herz nicht allein; die Schlundwand besitzt, wie bereits oben auseinandergesetzt wurde, ebenfalls zahlreiche Ganglien, die theils oberflächlich, theils tief gelegen dem Plexus pharyngeus angehören; aber auch das Zwerchfell besitzt Ganglien, und sind dieselben entweder stärker auf einzelne Stellen concentrirt oder in kleinen Gruppen von Zellen zerstreut. Sie alle gehören dem gleichen morphologischen System an. Es kommt hinzu, dass die muskulöse Schlundwand, das Herz und das Zwerchfell auch eine entwicklungsgeschichtliche Einheit bilden. Das Herz ist seinem Ursprung nach ein angrenzender Theil der Darmmuskulatur und geht aus den Herzplatten hervor, wie die Schlundmuskulatur aus den Schlundplatten. Um das Herznervengeflecht und die Ganglienversorgung des Herzens besser zu verstehen, ist es rathsam, das Herz aus seinem fertigen Zustand in den embryonalen aufzurollen, sei es bis zur **S** förmigen Doppelschlinge, sei es bis zum geraden Rohr. Es ergibt sich dabei mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die Atrien- und das Gebiet des Venensinus von den unteren, die Aorta ascendens und Pulmonalis von den oberen Herznerven versorgt werden müssen.

Aus der Entwicklungsgeschichte des Herzens erklärt sich aber nicht allein die angegebene Erscheinung, sondern auch die noch auffallendere, hier ebenfalls hervorzuhebende, dass ein in der Brusthöhle gelegenes Organ von Kopf- und Halsnerven versorgt wird. Das Herz ist ursprünglich Kopf- und Halsorgan und rückt erst nachträglich, mit vorausschreitendem Wachsthum seiner selbst und seiner Umgebung in seine secundäre Lage. Dasselbe gilt von den Organen seiner unmittelbaren Nachbarschaft.

B. Brust- und Bauchtheil.

Die Kette der Dorsal- und Lumbalganglien entwickelt folgende Aeste und Verbindungen:

1) Rami internodiales, welche die Verbindung zwischen den einzelnen Ganglien herstellen.

2) Rami communicantes, welche die Verbindung mit den spinalen Nerven herstellen.

3) Rami molles s. vasculares. Die aus dem Brusttheil zur Aorta thoracica gelangenden Fäden bilden ein Geflecht um dieselbe, welches oben mit den peripheren Strahlungen zur Aorta aus dem Plexus cardiacus zusammenhängt, unten durch den Hiatus aorticus des Zwerchfells hindurchtritt und mit dem Plexus coeliacus in Verbindung steht. Ausser der Aorta erhalten die Intercostalgefässe, die Vena azygos und vielleicht auch der Ductus thoracicus feine Fäden. Die Rami molles abdominales (Fig. 379, y, y) gehen als feine Zweige vom medialen Rand der Pars lumbalis des Grenzstrangs aus und ziehen theils zum Plexus renalis, grossentheils aber zum Plexus aorticus abdominalis und hypogastricus superior. Nach Sappey dringen hier wie im Brusttheil einzelne dieser Fäden auch in die Körper der Wirbel.

Fig. 379.

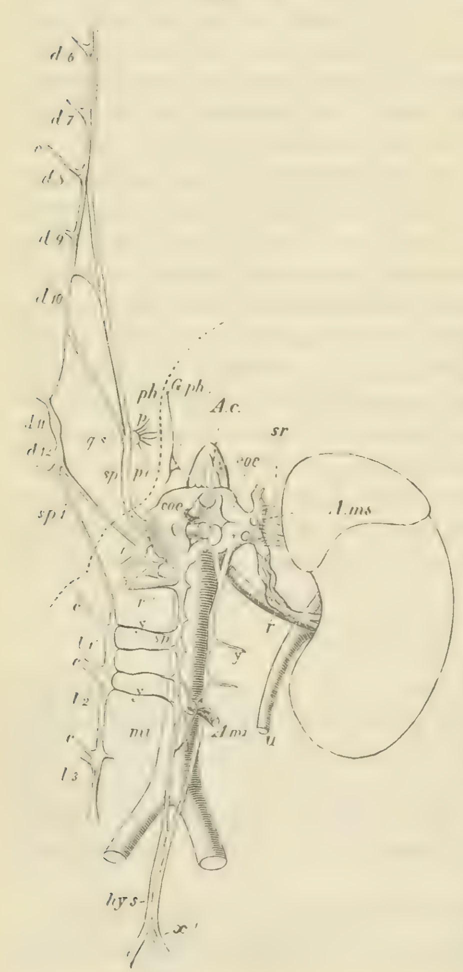


Fig. 379. Nn. splanchnici und Bauchgeflechte des Sympathicus. Nach einem Präparate vom Kinde.

Die punktirte Linie zwischen g.s. und g.ph. bedeutet die Schnittlinie des Diaphragma. Links ist Nebenniere und Niere skizzirt, rechts ein Theil des Grenzstranges mit den Nn. splanchnici dargestellt. A. c., A. coeliaca, A. ms., A, mesenterica inferior. d6. d7—d12, sechstes bis zwölftes Dorsalganglion des Grenzstranges. l[1], l[2] u. l[3], Lumbalganglien desselben. c, c, Rami communicantes. spl, N. splanchnicus major. spl', N. splanchnicus minor. g. s, Ganglion splanchnicum. p, p', dessen periphere Fäden. coe, rechtes, coe' linkes Ganglion semilunare. g. ph., Ganglion phrenicum. †, Stelle der Einsenkung des linken N. splanchnicus major in die hintere Wand des G. coeliacum sinistrum. s.r., Plexus suprarenalis. r, Plexus renalis. r', r'', Ganglien desselben auf der rechten Seite. Vom unteren Ende der Ganglia coeliaca entwickeln sich die beiden die Aorta begleitenden Stränge des Plexus aorticus abdominalis. sp, Ganglion des letzteren (G. spermaticum). y, y, Verbindungsfäden mit dem Grenzstrang. mi, Ganglion mesentericum inferius. hy.s., Plexus hypogastricus superior. x, Anfang des Plexus hypog. inferior. u, Ureter.

4) Verstärkungsäste zum Plexus bronchialis posterior (s. oben S. 563).

5) Der N. splanchnicus major s. superior, grosser Eingeweidenerv (Fig. 379, sp). Die Dorsalganglien, vom sechsten bis zum neunten, senden je einen markweissen Ast von der Beschaffenheit spinaler Nerven median-abwärts aus. Diese Aeste, deren hienach drei bis vier, oder mehrere feinere, oder eine geringere Anzahl combinirter Aeste gezählt werden, treten nach und nach zu einem gemeinschaftlichen ansehnlichen Nerven zusammen, dem N. splanchnicus major, welcher gedeckt von der Pleura auf den Wirbelkörpern herabläuft, durch den Vertebraltheil des Zwerchfells in die Bauchhöhle gelangt und in den Plexus coeliacus ein-

mündet. Kurz vor seinem Durchtritt durch das Zwerchfell, noch in der Brusthöhle, meist an der Seitenfläche des zwölften Brustwirbelkörpers liegt an der vorderen medialen Seite des Splanchnicus ein an Grösse wechselnder Ganglienknoten, das Ganglion splanchnicum [Arnold] (Fig. 379, 9 s), welches einen Theil der Fasern des Splanchnicus aufnimmt, feine Fäden zum Plexus aorticus und einen längeren Faden durch den Hiatus aorticus zum Plexus coeliacus entsendet.

Der N. splanchnicus erhält seine markhaltigen Nervenfasern aus den Rami communicantes des vierten bis neunten Dorsalnerven. Sie ziehen im Grenzstrang angelangt an dessen medialer Seite herab und verlassen denselben früher oder später als Splanchnicuswurzeln. Der Splanchnicus ist jedoch kein reiner, aus verschiedenen Wurzeln zusammengesetzter Spinalnerv; er enthält auch sympathische (graue) Fasern, wenngleich in geringerer Menge. Rüdinger schätzt das Verhältniss der marklosen zu den markhaltigen wie 1 : 5.

Der N. splanchnicus enthält theils vasomotorische Nervenfasern (für die Darmgefässe), theils motorische Fasern (für die Muskulatur der Darmwand), theils sensible Fasern [Ludwig, O. Nasse]. Was die motorischen Fasern betrifft, so zeigt ein Theil derselben die Eigenschaft der Hemmungsnerven [Pflüger]; ihre Reizung hemmt die Peristaltik; ein anderer Theil aber (excitirende Fasern) beschleunigt die Peristaltik [Ludwig]. Die an den Ganglien vorüberziehenden Fasern werden von O. Nasse als diejenigen bezeichnet, welche die Sensibilität des Splanchnicus bedingen.

6) Der N. splanchnicus minor (Fig. 379 spl') entspringt gewöhnlich mit zwei Wurzeln aus dem Grenzstrang, und zwar aus dem zehnten und elften Ganglion dorsale. Für die Abstammung seiner Fasern gilt indessen im Allgemeinen dasselbe, was soeben für den Splanchnicus major gesagt wurde. Er durchsetzt das Zwerchfell entweder gemeinschaftlich mit dem Splanchnicus major oder lateralwärts von ihm, doch medianwärts vom Grenzstrang. Er verbindet sich in der Brusthöhle zuweilen mit dem Splanchnicus major, gewöhnlich aber bleibt er selbständig und schickt jenem bloss Verbindungsfäden zu. Endlich begibt er sich zu dem Theile des Plexus coeliacus, welcher die Wurzel der A. renalis an ihrer oberen und hinteren Seite umgibt, und verbindet sich hier mit einem kleinen Ganglion renali-aorticum (Fig. 379, r'). Ein Zweig des Splanchnicus minor, der N. renalis posterior, gelangt unmittelbar zum Plexus renalis. Dieser Zweig kann auch selbständig aus dem Grenzstrang entspringen und heisst dann N. splanchnicus minimus s. imus.

Die Geflechte des Brust- und Bauchtheils.

1) Der Plexus aorticus thoracicus. Er geht aus dem peripheren Theil des Plexus cardiacus hervor, soweit Aeste von diesem zur Aorta ascendens gelangen. In die Fortsetzung dieses Geflechtes greifen jene Fäden ein, welche von den Dorsalganglien (oder theilweise auch vom N. splanchnicus major) als Nn. molles s. vasculares zur Aorta ziehen. Durch den Hiatus aorticus dringt dieser lockere Plexus in die Brusthöhle und hängt hier mit dem Plexus coeliacus zusammen.

2) Der Plexus coeliacus s. solaris (Eingeweide- oder Sonnengeflecht, Cerebrum abdominale (Fig. 338; Fig. 379, coe, coe'). Dieses mächtige Geflecht umgibt die Ursprünge der A. coeliaca und mesenterica superior, erstreckt sich

lateralwärts bis zu den Nebennieren, aufwärts bis zum Hiatus aorticus, abwärts bis zur Wurzel der A. renalis. Der Plexus coeliacus liegt hienach auf dem Anfangstheil der Aorta abdominalis, vor den medialen Schenkeln des Lumbaltheils des Zwerchfells.

Die wichtigsten Wurzeln des Plexus coeliacus sind die Nn. splanchnici. Neben ihnen betheiligen sich an der Bildung des Plexus die abdominalen Ausläufer des mehrerwähnten Plexus aorticus thoracicus, ferner die abdominalen Endäste des Vagus, insbesondere des rechten (S. 564); ausserdem sind mehrere Zweige aus den letzten Dorsal- und den zwei obersten Lumbalganglien betheiligt. Die Fäden aus dem Plexus aorticus thoracicus kommen aus dem Hiatus aorticus, die Vagusäste aus dem Hiatus oesophageus herab. Die Nn. splanchnici major und minor dringen entweder zusammen durch eine Spalte der medialen Zacke des Lendentheils des Zwerchfells, vor der Vena azygos rechter-, vor der V. hemiazygos linkerseits; oder sie dringen durch gesonderte Spalten des Zwerchfells hindurch abwärts. Die aus dem unteren dorsalen und den oberen lumbalen Grenzganglien kommenden Fäden haben einen annähernd transversalen Verlauf. Abwärts setzt sich der Plexus coeliacus in den Plexus aorticus abdominalis fort.

Die Form des Plexus coeliacus ist sehr mannigfaltig, ihre Grundlage indessen überraschend einfach. Diese Grundlage zeigt sich in manchen Fällen rein ausgeprägt; in anderen Fällen liegen platte Nervenstränge, einfache oder durchbrochene, flache oder gewölbte Ganglien in so wechselnder Anordnung vor, dass es der Kenntniss der einfachen Grundlage bedarf, um jene Anordnung überhaupt zu verstehen. Der N. splanchnicus major endigt in einfachen Fällen jederseits in einem grossen halbmondförmigen, medianwärts concaven, gelappten grauröthlichen Knoten, Ganglion splanchnicum s. semilunare s. abdominale, von welchen das linke näher der Mittellinie und theilweise auf der Aorta, das rechte mehr zur Seite gerückt, auf der Spalte zwischen der medialen und lateralen Zacke des Lendentheils des Zwerchfells ruht. Der convexe laterale Rand des Ganglion splanchnicum reicht bis nahe an den medialen Rand der Nebenniere. Durch eine Anzahl kurzer grauer Nervenfäden, welche theils über der A. coeliaca, theils zwischen ihr und der A. mesenterica superior, theils zwischen dieser und der Aorta vorüberziehen, sind beide halbmondförmige Ganglien, deren obere und untere Hörner ohnedies einander nahe liegen, miteinander in Verbindung gesetzt. So spricht sich in den beiderseitigen halbmondförmigen Ganglien offenbar eine gewisse Symmetrie aus. Durch grössere Annäherung der einander zugewendeten Hörner, und wohl selbst durch ein- oder doppelseitige Verschmelzung derselben ergibt sich eine ringförmige Gestalt des Doppelganglion: daher der Name Ganglion solare, Cerebrum abdominale. Bleiben die Ganglien getrennt, so heissen sie Ganglia semilunaria s. coeliaca.

Durch zunehmende Einkerbungen kann andererseits eine mehr weniger weit gehende Zerklüftung der Ganglien eintreten. Einige dieser isolirten Theile sind als besondere Ganglien beschrieben worden. Besonders häufig zeigt sich ein kleiner isolirter Knoten an der rechten unteren Seite des Anfangstheils der A. mesenterica superior, das unpaare Ganglion mesentericum superius; besonders häufig ferner ein anderer Knoten am oberen hinteren Umfang der

Wurzel der A. renalis, das Ganglion renali-aorticum (Fig. 379, r'). In letzteres Ganglion tritt gewöhnlich der N. splanchnicus minor ein, während der Splanchnicus major, zuweilen in zwei Aeste gespalten, die hintere Fläche des lateralen Theils des Ganglion semilunare aufsucht. Ein drittes (unpaares) Ganglion ist das Ganglion phrenicum, in der Nähe des oberen Endes der rechten Nebenniere an der unteren Fläche des Zwerchfells gelegen. Im Allgemeinen macht sich als Ursache der Zerklüftung des Ganglion kenntlich einmal die Einsenkung besonderer Wurzeln, sodann die nach bestimmten Richtungen erfolgende Astbildung; durch Anziehung der Ganglienmasse nach der einen und anderen Richtung erfolgt eine Zerklüftung derselben. Die vielfache Kreuzung und Verkettung seiner Elemente, insbesondere die strahlige Richtung seiner zahlreichen Ausläufer rechtfertigt die ältere Benennung: Sonnengeflecht, *Plexus solaris*.

Aus dem Plexus coeliacus gehen folgende, theils paarige, theils unpaare secundäre Plexus hervor:

a) Paarige secundäre Plexus des Plexus coeliacus:

α) Die Plexus phrenici. Sie werden von Fäden gebildet, welche um die Aa. phrenicae ein lockeres Geflecht bilden, hauptsächlich an deren lateraler Seite liegen, auf der abdominalen Fläche der medialen Zwerchfellschenkel emporsteigen und mit den Rami phrenico-abdominales des N. phrenicus in Verbindung treten (s. Phrenicus). Rechterseits erfolgt diese Verbindung durch Vermittlung eines besonderen Ganglion, des bereits vorhin erwähnten Ganglion phrenicum. Vielleicht werden durch diese Verbindung dem Plexus coeliacus spinale Fasern zugeführt, jedenfalls aber dem Phrenicus und Zwerchfell sympathische. Dieses Ganglion phrenicum ist nicht zu verwechseln mit den im Zwerchfell selbst gelegenen, in den Theilungswinkeln der Phrenicusverzweigung gelegenen Ganglien.

β) Die Plexus suprarenales. Es sind dies zahlreiche, meist parallel laufende, zum grossen Theil weisse Fäden (Fig. 379, sr), welche vom lateralen Abschnitt des Ganglion coeliacum ausgehen, durch Fäden vom Plexus phrenicus verstärkt werden und sich in die hintere mediale Fläche der Nebenniere einsenken. Sie sind mit kleinen Ganglien versehen, durchziehen die Nebenniere in radiärer Richtung und bilden in der Substanz derselben ein Geflecht, in welchem einzelne zerstreute Ganglienzellen vorkommen.

γ) Die mächtigen Plexus renales (Fig. 379, re) begleiten die Aa. renales, entwickeln sich aus dem Plexus coeliacus und dem Anfangstheil des Plexus aorticus abdominalis, ferner aus dem N. renalis posterior des N. splanchnicus minor, und aus Fäden der Pars lumbalis des Grenzstrangs. Sie sind mit kleinen Ganglien versehen, den Ganglia renalia (Fig. 379, r''); die Fäden des Plexus sind meist solche grauer Art. Aus dem Plexus renalis geht (nach Lobstein) ein Faden hervor, der am Ureter herabzieht. Die Ureternerven enthalten Ganglienzellen, theils zerstreut, theils zu kleinen Ganglien gehäuft.

δ) Die Plexus spermatici, s. spermatici interni s. testiculares. Sie bestehen aus grauen Fäden, die sich aus den Plexus renales und dem Plexus mesentericus superior abzweigen. Sie werden verstärkt durch Fäden aus dem Plexus aorticus abdominalis. Die Vasa spermatica interna begleitend gelangen sie beim Manne zum Hoden, beim Weibe zum Ovarium und Fundus uteri. Hier

verbinden sie sich mit dem Plexus uterinus. Einer der Nervenfaserzüge gelangt auch zur Fimbria ovarica und zum äusseren Ende der Tuba Fallopiae.

b) Unpaare secundäre Plexus des Plexus coeliacus:

ε) Der Plexus coronarius ventriculi. Er begleitet die A. coronaria ventriculi sinistra, gelangt mit ihr zur kleinen Magencurvatur, tritt hier mit den Plexus gastrici des Vagus (S. 564) in Verbindung und steht durch feine, auf die A. coronaria ventriculi dextra übergehende und sie umspinnende Fäden mit dem Plexus hepaticus in Verbindung. Der Plexus coronarius ventriculi enthält einzelne mikroskopische Ganglien [C. Krause].

ζ) Der Plexus hepaticus. Das Lebergeflecht setzt sich aus Aesten besonders des rechten N. vagus und des Plexus coeliacus zusammen; einen kleinen Antheil liefert auch der linke Vagus durch Vermittlung des Plexus gastricus anterior, indem der letztere an das Lebergeflecht Fäden abgibt. Starke, platte Stränge umgeben in Form eines engmaschigen Netzes die A. hepatica und den Ductus choledochus, hepaticus und cysticus, feine Aeste gelangen auch zur Pfortader. In dem Geflecht sind kleine mikroskopische Ganglien und einzelne zerstreute Ganglienzellen enthalten. Mit den Aesten des Ductus hepaticus und der A. hepatica dringen zahlreiche feine Zweige ins Innere der Leber, welche grösstentheils aus marklosen Fasern bestehen.

Abzweigungen des Lebergeflechtes folgen den Aesten der A. hepatica, die als A. coronaria ventriculi dextra und gastroduodenalis bekannt sind, zur kleinen Curvatur des Magens, zur grossen Curvatur desselben, und zum Pancreas. Man nennt dieses der A. gastroduodenalis folgende Geflecht den *Plexus coronarius ventriculi inferior*. Derselbe steht in Verbindung mit den Plexus gastrici des Vagus und gibt auch Fäden zum Omentum und seinen Gefässen. Mit dem Ductus cysticus und der A. cystica dringen feine Nervennetze zur Gallenblase, welche im Körper und Grund derselben Ganglienzellen führen. Dieser Ganglienplexus liegt theils zwischen der Serosa und Muscularis, theils zwischen der letzteren und der Mucosa [Leo Gerlach]. So entstehen Verhältnisse, welche den am Darmkanal von uns alsbald zu betrachtenden wesentlich entsprechen.

η) Der Plexus lienalis s. splenicus, das Milzgeflecht, bezieht seine Fäden besonders aus dem linken Ganglion semilunare und aus dem rechten (hinteren Vagus). Diese Fäden umspinnen die A. lienalis und ihre Zweige; so gelangen Fasern des Plexus zur grossen Curvatur des Magens (besonders zum Magengrund und zum Pankreas). Die Mehrzahl der Fäden aber gelangt zur Milz. Sie bestehen zum grössten Theil aus marklosen Fäden. Ganglienzellen scheinen in diesem Plexus nicht vorzukommen.

ϑ) Der Plexus mesentericus superior geht aus dem unteren Rande des Plexus coeliacus hervor und begleitet mit weissgrauen, netzförmig verbundenen Fäden die A. mesenterica superior und ihre Verzweigungen. Deutlich ist in dem Plexus mesentericus superior die Betheiligung von Fasern der Splanchnici und der Vagi ausgesprochen. Der Astfolge der A. mesenterica superior entsprechend können mehrere Reihen von Zweigen des Plexus unterschieden werden, so 1) *Rami pancreatico-duodenales* für den Kopf des Pankreas und den unteren Theil des Duodenum; 2) *Rami intestinales* für das Jejunum und Ileum; 3) *Rami colici* für das Coecum, Colon ascendens und theilweise für das Colon transversum. Am Mesenterialrand des Dünndarms treten die Nerven unter der Serosa in ge-

flechtartige Verbindung, senden durch die Längsmuskulatur zahlreiche Fäden zu einem Ganglienplexus, welcher zwischen der Längs- und Ringschicht der Muscularis gelegen ist. Dieser Plexus hat den Namen Plexus myentericus, oder *Auerbach'scher Plexus.* Er besteht aus Längs- und Querbälkchen, welche in den Knotenpunkten neben marklosen Fasern zahlreiche kleine und mittlere multipolare Ganglienzellen führen. Letztere sind die Ausgangspunkte vieler neuer markloser Fasern. Von diesem Plexus entwickelt sich an der inneren Seite des Hauptgeflechtes ein secundärer ganglienzellenloser Plexus feinster markloser Fasern, welche die Muscularis innerviren. Der Auerbach'sche Plexus ist im ganzen Dünn- und Dickdarm vorhanden; er fehlt auch nicht im Magen und erstreckt sich über die Speiseröhre hinaus in die Schlundwand.

Einwärts vom Plexus myentericus und mit ihm durch Nervenfäden verbunden befindet sich in der Submucosa des Darms der von Meissner entdeckte Plexus submucosus, *Meissner'scher Plexus,* Plexus myentericus internus. Seine Maschen sind weiter, er enthält jedoch ebenfalls Ganglienzellen und Ganglienzellengruppen. Er ist (nach Drasch) vor Allem für die Gefässe der Submucosa, für die Brunner'schen Drüsen, und wahrscheinlich auch für die Muscularis mucosae bestimmt; feine Fädchen dringen auch in die Mucosa selbst ein [Kölliker] und bilden hier ein, die Lieberkühn'schen Drüsen umspinnendes Netz [Drasch]. Feine Nervennetze dringen in die Zotte selbst vor und bilden hier eine oberflächliche und eine tiefe Schicht. Der Meissner'sche Plexus erstreckt sich ebenfalls durch den ganzen Darmkanal.

An den Nerven des Mesenterium kommen Pacini'sche Körperchen vor. Besonders sind solche am Plexus lienalis, im Anfangstheil des Plexus mesentericus superior gefunden worden. Constant befinden sie sich in dem Bindegewebe hinter dem Pankreas [Genersich].

3) Der Plexus aorticus abdominalis, das Bauchaortengeflecht (Fig. 379) entwickelt sich aus dem Plexus coeliacus und bildet im Wesentlichen zwei, den Seiten der Aorta aufliegende, durch Queräste verbundene Stränge, die nach unten convergiren und sich unterhalb der A. mesenterica inferior zum Plexus hypogastricus superior vereinigen. Sie werden verstärkt durch von den Ganglia lumbalia zugesendete Nervi molles. An den Vereinigungsstellen dieser mit dem Plexus sind kleine Ganglien gefunden worden. Beide Längsstränge schicken zur Wurzel der A. mesenterica inferior mehrere Fäden ab, die gegen ein an der unteren Seite jener Arterie liegendes Ganglion, Ganglion mesentericum inferius (Fig. 379, mi) ziehen und in ein Geflecht übergehen, welches die A. mesenterica inferior und ihre Zweige umgibt, Fäden zum Colon descendens, zur Flexura sigmoidea und zum oberen Theil des Rectum gelangen lässt.

4) Der Plexus hypogastricus superior, das obere Beckengeflecht (Fig. 505, hy) ist die unpaare Fortsetzung des Plexus aorticus abdominalis, liegt auf dem unteren Theil der Aorta abdominalis und setzt sich von hier aus über die Theilungsstelle der Aorta bis zum Promontorium fort. Das Geflecht wird verstärkt durch Fäden, welche aus den unteren Lendenganglien zu ihm gelangen. Der Plexus setzt sich fort in die beiden Plexus hypogastrici inferiores des Beckens (Fig. 379, x').

C. Beckentheil.

Die Ganglien des Sacraltheils senden folgende Aeste und Verbindungen aus:

1) Rami internodiales, welche einfach oder doppelt vorhanden sind.

2) Rami interfuniculares, feine Zweige, welche an der Vorderfläche des Kreuzbeins eine Verbindung zwischen den Grenzsträngen beider Körperhälften herstellen. Sie senden zugleich feine Fäden in die Wirbelkörper. Von der Verbindungsschlinge der distalen Enden beider Sacraltheile am ersten Steisswirbel gehen Fäden zum Steissbein, zu den benachbarten Bändern und zur Steissdrüse aus. Rami interfuniculares kommen unbeständig auch am Lenden- und Brusttheil vor.

3) Rami communicantes, zur Verbindung mit den spinalen Nervenstämmen.

4) Rami molles, ansehnlicher als die vorhergehenden, ziehen vom Grenzstrang zu dem Plexus hypogastricus inferior.

Geflechte des Beckentheils.

Die Plexus hypogastrici inferiores, untere Beckengeflechte, gehen aus der Fortsetzung des Plexus hypogastricus superior hervor und bestehen anfangs aus zwei Strängen, die an der medialen Seite der Vasa hypogastrica des kleinen Beckens liegen und an die laterale Fläche des Rectum gelangen. Im Grunde des kleinen Beckens, unmittelbar oberhalb des Levator ani breiten sie sich zu einem reichen Geflecht aus, welches durch Aufnahme der Rami molles, ferner durch Aeste aus dem Ramus ventralis sacralis III und IV bedeutend verstärkt wird.

Aus diesem Geflecht gehen zahlreiche Nerven für die Beckeneingeweide hervor. Die direkten Zweige aus den Sacralnerven sind gleichsam als Nn. splanchnici sacrales zu betrachten, welche die Grenzganglien überspringen. Die kleinen Geflechte verlaufen theilweise mit den visceralen Aesten der A. hypogastrica zu ihren Organen. Das Rectal- und Blasengeflecht ist beiden Geschlechtern gemeinsam. Zwischen beiden liegt beim Manne der Plexus seminalis und deferentialis, der durch den Plexus prostaticus in den Plexus cavernosus übergeht und mit dem Plexus vesicalis zusammenhängt. Beim Weibe findet sich statt dieser Plexus der Plexus utero-vaginalis.

Aus dem Plexus hypogastricus inferior gehen hiernach folgende secundäre Geflechte hervor:

a) Der Plexus rectalis s. haemorrhoidalis, das Mastdarmgeflecht. Er entwickelt sich aus dem oberen hinteren Theil des Plexus hypogastricus inferior. Mit unteren Fäden des Plexus mesentericus inferior bilden die Nerven des Plexus rectalis ein weitmaschiges Geflecht, dessen Zweige in die Wand des Rectum eintreten.

b) Der Plexus vesicalis, das Blasengeflecht, entsteht aus dem vorderen unteren Abschnitt des Stammplexus, sowie aus dem Plexus deferentio-prostaticus (utero-vaginalis). Seine Nerven folgen anfangs den Gefässen, werden später selbständig und gelangen besonders zum Blasengrund (Nn. vesicales inferiores) und zum oberen Theil der Blase (Nn. vesicales superiores). Der Blasenplexus ist reich an markhaltigen Nervenfasern, obwohl auch zahlreiche graue Fasern in ihm vorkommen; die markhaltigen stammen aus dem dritten

und vierten Sacralnerven. Die Nerven für den unteren Theil des Ureter entwickeln sich ebenfalls vom Plexus hypogastricus und stehen mit dem Plexus vesicalis in unterer Verbindung. Unter den, oberhalb seiner Einmündungsstelle in die Blase zu ihm gelangenden Nerven ist besonders einer hervorzuheben, welcher aus dem Anfangstheil des Beckengeflechtes entspringt und in den Ureter an der Stelle eindringt, wo dieser die Beckengefässe kreuzt. Ein zweiter Faden folgt weiter unten, ein dritter gelangt vom ersten Sacralknoten zu ihm [Frankenhäuser].

c) Der Plexus deferentialis, seminalis und prostaticus. Er besteht aus einem, die Vesicula seminalis und Ampulle des Vas deferens umspinnenden, Ganglienzellen führenden Geflecht, aus welchem Fasern aufwärts das Vas deferens begleiten. Einer derselben gelangt zum Leistenkanal und mit dem Plexus spermaticus zum Hoden [Schlemm]. Abwärts geht der Plexus seminalis in den Plexus prostaticus über, welcher seine Lage zwischen der Prostata und dem Levator ani hat und kleine Ganglien (*Ganglia prostatica*) einschliesst. Auch in diesen Plexus gelangen Fasern vom dritten und vierten Sacralnerven, in welchen Fasern Eckhard die Nn. erigentes des Penis nachgewiesen hat. In der Bahn der Nn. erigentes kommen nach Lovén und Nikolsky Ganglienzellen vor. Fasern, welche die Penisgefässe verengern, sind in der Bahn des N. pudendus enthalten [Lovén].

d) Der Plexus cavernosus ist die Fortsetzung des Plexus prostaticus nach vorn. Er folgt der Pars membranacea urethrae, durchbohrt darauf mit mehreren Zweigen den M. transversus perinei profundus und gelangt zur dorsalen Fläche der Peniswurzel, wo er sich mit Aesten des N. penis aus dem N. pudendus verbindet. Aus dieser Verbindung gehen die Nn. cavernosi hervor, mehrere Nn. cavernosi minores, und jederseits ein N. cavernosus major [J. Müller]. Jene ersteren treten in die Wurzel des Corpus cavernosum penis ein. Der N. cavernosus major gibt Zweige in das Corpus cavernosum urethrae und in das Corpus cavernosum penis seiner Seite ab, läuft an der dorsalen Seite des letzteren vorwärts, verbindet sich mehrfach mit Zweigen des N. dorsalis penis und endigt schliesslich im Schwellkörper des Penis. Einzelne Fäden gelangen zum Schwellkörper der andern Seite und verbinden sich auch wohl mit dem N. cavernosus dieser Seite. Die Nn. cavernosi bestehen überwiegend aus marklosen Fasern.

c') Der Plexus utero-vaginalis (Plexus uterinus anterior und posterior). Er stellt beim Weibe die Hauptmasse des unteren Theiles des Plexus hypogastricus inferior dar, liegt auf der lateralen Seite des oberen Theiles der Vagina und des Uterushalses und sendet von hier Ausläufer zur vorderen und hinteren Wand dieser Organe, ebenso an der Vagina abwärts, an dem Uterus aufwärts. Aus dem dritten und vierten Sacralnerven, nach Frankenhäuser auch aus dem zweiten, bezieht der Plexus reichlich spinale Fasern. In die Verzweigungen des Plexus sind von der Mitte der Scheide an bis zum oberen Ende des Uterushalses zahlreiche Ganglien eingelagert, welche neben dem Fornix vaginae besondere Grösse erreichen. Einen grösseren, zu einer Platte verschmolzenen Complex dieser Ganglien neben dem Scheidengewölbe beschreibt Frankenhäuser als Cervicalganglion. Vom oberen Rand desselben geht nach demselben Beobachter der grössere Theil der Uterusnerven aus; ein kleinerer

stammt direct aus dem Plexus hypogastricus. Aus demselben Cervicalganglion entstehen auch Fasern für das untere Ende des Uterus, für die Blase und Vagina.

Am Fundus uteri treten Fäden des Plexus uterinus mit Zweigen des Plexus spermaticus zusammen.

d') Die Nerven der Schwellkörper der Clitoris stammen nach Valentin aus dem Plexus vesico-vaginalis.

D. Kopftheil.

Nachdem hiermit derjenige Theil des Sympathicus betrachtet worden ist, welcher dem Gebiet der Wirbelsäule angehört, ist es leichter geworden, ein Verständniss zu gewinnen von der Ausbreitung des sympathischen Systems im Kopfe. Wir folgen bei seiner Untersuchung am zweckmässigsten den Bahnen der aus dem Ganglion cervicale supremum entspringenden oberen Aeste und haben unser Augenmerk zu richten auf grenzstrangartige (funiculäre) und periphere Ganglien, welche den sympathischen des Rumpfes entsprechen: auf etwaige Rami internodiales, die zur Verbindung funiculärer Ganglien dienen; auf Rami communicantes, welche die Verbindung mit den cerebralen Nerven herstellen; auf etwaige Rami interfuniculares, welche die funiculären Ganglien beider Seiten miteinander verbinden; endlich auf die peripheren Aeste der Ganglien. Natürlicherweise sind auch die Verhältnisse der Lage, des feineren Baues, der Entwicklung, des vergleichend-anatomischen Befundes von grosser Bedeutung für die Gewinnung eines sicheren Urtheils.

Erinnern wir uns an die im spinalen Gebiet bekannt gewordenen Anordnungen, so ergibt sich, dass der Ramus anterior der Spinalnerven durch einen kürzeren oder längeren, einfachen oder mehrfachen Ast, welcher spinale und sympathische Fasern enthält (Ramus communicans s. visceralis) mit einem Ganglion in Verbindung steht, welches dem Spinalganglion des Nervenstammes nahe, aber auf der gegenüberliegenden (medialen) Seite des Nervenstammes liegt.

Das erste Ganglion, welches hier unsere Blicke auf sich ziehen muss, wenn wir vom Ganglion cervicale supremum cranialwärts vordringen, ist das Ganglion cervicale vagi; das zweite, das Ganglion petrosum glossopharyngei; das dritte, das Ganglion geniculi nervi facialis; ihm folgt das Ganglion oticum, sphenopalatinum und ciliare. Sie auf ihre Zugehörigkeit zum sympathischen Systeme zu prüfen, nöthigt vor Allem ihre Lage, ihre Beziehung zum Spinalganglion des Nervenstammes und zu dessen Aesten. Kein Spinalganglion zeigt die gleichen topographischen Verhältnisse, wie die genannten.

Die den Spinalganglien entsprechenden Ganglien jener Nervenstämme, an welchen die zu untersuchenden Anschwellungen vorkommen, würden sein: für das Ganglion cervicale vagi dessen Ganglion jugulare; für das Ganglion petrosum glossopharyngei dessen Ganglion jugulare; für das Ganglion geniculi das Ganglion acusticum; für das Ganglion oticum, sphenopalatinum und ciliare das Ganglion semilunare (s. Gasseri) trigemini.

Nun ist aber die Lage nicht das allein bestimmende Moment; vielmehr sind auch die übrigen Merkmale in Erwägung zu ziehen. Selbst das Moment der Lage gestattet besonders bei zweien der erwähnten Ganglien einige Zweifel, so bei dem Ganglion petrosum glossopharyngei, insofern das Ganglion jugulare

desselben theils in Frage gestellt, theils als oberer Ausläufer des Ganglion petrosum betrachtet worden ist; ferner bei dem Ganglion geniculi, insofern dasselbe als ein vorgeschobener Theil des Ganglion acusticum und als ein spinales Ganglion des N. intermedius betrachtet werden kann. Auch das Ganglion ciliare ist, zumal mit Bezug auf seine Entwicklungsgeschichte, als ein vorgeschobener Theil des Ganglion Gasseri betrachtet worden, welches mit ihm die Eigenschaft eines Spinalganglion besitzt. Nun sind freilich sämmtliche sympathische Ganglien ihrem Ursprung und ihrer Entwicklung nach von mehreren Seiten schon als vorgeschobene Theile des spinalen Gangliensystems in Anspruch genommen worden, als periphere Abzweigungen und Differenzirungen spinaler Ganglienanlagen. Diese Ansicht ist indessen nicht unbestritten, da möglicherweise das sympathische System nicht wie das spinale vom Ektoderm, sondern vom Mesoderm seinen Ursprung nimmt. Hierüber sind weitere Beobachtungen nothwendig, da eine sichere Entscheidung bis dahin noch aussteht.

Sehen wir daher vor Allem zu, wie die übrigen Bedingungen zutreffen. Für diesen Zweck ist es erforderlich, die vorhandenen Verbindungen und Verzweigungen kennen zu lernen, wobei theilweise auf früher schon Erwähntes Bezug zu nehmen ist.

Das Ganglion cervicale supremum entwickelt einen oder zwei kurze, aber starke Verbindungsfäden zu dem Ganglion cervicale vagi (Fig. 340). Die übrigen Verhältnisse des Ganglion cervicale vagi s. oben S. 561).

Das Ganglion cervicale supremum läuft ferner in zwei obere Aeste aus, von welchen der eine sehr stark, der andere schwach ist. Der letztere, N. jugularis, spaltet sich in zwei Fäden, wovon einer zum Ganglion jugulare vagi zieht, während der andere seinen Weg zu dem Ganglion petrosum glossopharyngei nimmt. Ueber letzteres Ganglion vgl. S. 554.

Der stärkere obere Ast des Ganglion cervicale supremum, der N. caroticus internus, begleitet die A. carotis interna in den carotischen Kanal und spaltet sich am Anfang desselben in zwei Aeste, einen medialen und einen lateralen.

1) Der stärkere laterale Ast zieht anfangs an der hinteren, dann an der lateralen Wand der Carotis interna empor, bildet mit Fäden des Ramus medialis ein Geflecht um das genannte Gefäss, den Plexus caroticus internus und tritt vielfach mit Hirnnerven in Verbindung. Diese Verbindungen sind:

a) Zwei Verbindungszweige mit dem Plexus tympanicus: der N. caroticotympanicus inferior und superior. Der letztere heisst auch N. petrosus profundus minor (Fig. 326) s. oben S. 555.

b) Der N. petrosus profundus major (Fig. 326). Er verbindet den lateralen Ast des N. caroticus mit dem G. sphenopalatinum und besteht wesentlich aus grauen Fasern.

c) Ein Verbindungszweig mit dem N. petrosus superficialis major legt sich dem letzteren in der Nähe des Porus caroticus internus an und zieht an jenem Nerven rückwärts zum Hiatus canalis facialis und zum N. facialis.

d) Verbindungszweige zum N. abducens, welche letzteren innerhalb seines Verlaufes im Sinus cavernosus an der lateralen Wand der Carotis erreichen.

2) Der mediale Ast gibt Fäden zum Plexus caroticus internus, gelangt allmählich zur unteren Wand der Carotis interna und bildet besonders

das im Bereich der dritten Biegung der Carotis gelegene Geflecht, welches seiner Lage wegen den Namen Plexus cavernosus führt. An der Bildung dieses Geflechtes ist der laterale Ast nur mit einzelnen Fäden betheiligt. Der Plexus cavernosus entsendet folgende Aeste:

a) einige Fäden zum N. abducens (S. 548),

b) Verbindungsfäden zum N. oculomotorius (S. 531),

c) einen Faden zum N. trochlaris (S. 533),

d) Verbindungsfäden zum Ganglion Gasseri und zum Ramus ophthalmicus trigemini (S. 534),

e) die Radix sympathica des Ganglion ciliare (S. 532),

f) Zweige zur Hypophysis cerebri, für welche unter den Neueren besonders Henle eingetreten ist;

g) Rami molles für die Carotis interna selbst. Sie bilden feine Geflechte um dieses Gefäss und setzen sich auf dessen Aeste fort. Zwei oder drei Fäden wenden sich auch zur A. ophthalmica [C. Krause] und bilden einen Plexus ophthalmicus.

Vergegenwärtigen wir uns nach Kenntnissnahme der Verästelung des N. caroticus internus die von den cerebralen Nerven und ihren Ganglien bereits bekannten Thatsachen, und suchen wir mit ihnen zu rechnen, um über den Kopftheil des sympathischen Systems weitere Aufklärung zu erhalten, so ergibt sich Folgendes:

Rami interfuniculares fehlen in der Gruppe der fraglichen cerebralen Ganglien; allein sie sind auch im oberen spinalen Theil des Sympathicus nicht vorhanden oder unbeständig.

Rami internodiales dagegen lassen sich in grosser Zahl nachweisen. Als solche sind in Erwägung zu ziehen: 1) die Verbindungen des Ganglion cervicale supremum mit dem Ganglion cervicale vagi; 2) die Verbindung des Ganglion cervicale vagi mit dem G. petrosum glossopharyngei (im Bereich des Ramus auricularis vagi); 3) die Verbindung des G. petrosum glossopharyngei mit dem Ganglion geniculi durch den Plexus tympanicus; 4) die Verbindung des Ganglion petrosum glossopharyngei mit dem Ganglion oticum und sphenopalatinum, ebenfalls durch Vermittelung des Plexus tympanicus; 5) die Verbindung des Ganglion petrosum mit dem Ganglion cervicale supremum, ebenfalls durch Vermittelung des Plexus tympanicus; 6) die Verbindung des Ganglion geniculi mit dem Ganglion cervicale supremum, durch Vermittelung des N. petrosus profundus major; 7) die Verbindung des Ganglion oticum mit dem Ganglion geniculi, durch den N. petrosus superficialis minor; 8) die Verbindung des Ganglion oticum mit dem G. sphenopalatinum, durch einen der Nervuli sphenoidales; 9) die Verbindung des G. sphenopalatinum mit dem Ganglion cervicale supremum, durch den N. petrosus profundus major; 10) die Verbindung des Ganglion ciliare mit dem Ganglion cervicale supremum.

Der Umstand, dass unmittelbare Verbindungen vorhanden sind zwischen weit entfernten Ganglien, kann nicht überraschen; ein Aehnliches findet sich auch im spinalen Gebiet der Rami internodiales, wie sich alsbald noch genauer zeigen wird. Eine andere Frage ist die, ob überhaupt die angegebenen Verbindungen als internodiale, welche dem spinalen Abschnitt des Grenzstrangs entsprechen, betrachtet werden dürfen. Man könnte behaupten, am Kopfe fehlen die Be-

dingungen zur Grenzstrangbildung, wenn auch sympathische Ganglien, die den Grenzstrangganglien gleichwerthig sind, vorkommen. Dieser Einwand ist von Gegenbaur erhoben worden. Nach seiner Ansicht ziehen die Rami viscerales der Kopfnerven direct zu den betreffenden Theilen des Eingeweiderohrs und so ist keine Veranlassung zur Grenzstrangbildung da, trotz der Gegenwart der Ganglien. Allein es ist zu bedenken, dass einmal die Rami internodiales des Grenzstrangs nicht allein aus visceralen Aesten der Spinalnerven bestehen, und dass sodann die Rami viscerales selbst nicht ausschliesslich spinale Nervenäste sind, sondern auch sympathische Fasern führen, welche grösstentheils in die Peripherie der spinalen Stämme übergehen; drittens endlich ist die Annahme des directen Uebergangs der visceralen Aeste in die Peripherie nur theilweise richtig, wie die Verhältnisse des N. vidianus z. B. zeigen. Es besteht somit kein Grund, warum nicht am Kopf Rami internodiales zur Ausbildung gelangen könnten, als deren schönstes Beispiel der N. petrosus profundus major zu nennen ist. Doch liegen allerdings im Kopftheil des Sympathicus verwickeltere Erscheinungen vor, was eben einfach mit den Unterschieden im Zusammenhang steht, welche das Gebiet der Hirnnerven gegenüber dem Gebiet der Spinalnerven auszeichnen.

Von geringerem Belang ist es dagegen, dass nicht allein Verbindungszweige zwischen den einzelnen sympathischen Hirnnervenganglien, sondern auch zwischen ihnen und den sicheren Spinalganglien der Hirnnerven, wie zwischen dem Ganglion cervicale supremum und dem Ganglion jugulare vagi vorhanden sind; welcher Art diese Verbindungen sind, ist zweifelhaft. Lassen wir dieselben auf sich beruhen, so würde immer noch anzugeben sein, von welcherlei Art und Bedeutung jene als Rami internodiales gedeuteten Verbindungen der fraglichen Hirnnervenganglien in Wirklichkeit sind, wenn sie nicht die Bedeutung von Rami internodiales besitzen sollten.

Wenden wir uns zu den Rami communicantes, so steht das Ganglion cervicale vagi mit dem Accessorius vagi, aber auch mit Vagusbündeln selbst in Verbindung; der Ramus communicans dieses Ganglion läge somit im Stamm des Vagus selbst und wäre unendlich verkürzt. Aber es ist noch eine Verbindung vorhanden, welche durchaus den Eindruck eines Ramus communicans macht; dies ist die Verbindung mit dem Hypoglossus (Fig. 567).

Aehnliche Zustände lassen sich an dem Ganglion petrosum glossopharyngei und an dem Ganglion geniculi bemerken, deren Rami communicantes als in dem Nervenstamme selbst liegend anzunehmen sein würden. Hiebei ist vorausgesetzt, dass ihr Vorhandensein ein unumgängliches Erforderniss bildet. Das Ganglion oticum, sphenopalatinum und ciliare haben dagegen sehr deutliche und lange Rami communicantes: es sind dies die Radices motoriae et sensitivae.

Da die Spinalganglien der Rückenmarks- und Gehirnnerven den sensiblen Wurzeln angehören, so liegt es nahe, die sympathischen Ganglien in engere Beziehung zur motorischen Wurzel zu bringen; denn es ist nicht abzusehen, warum die sensible Wurzel mit zwei Ganglien ausgestattet sein sollte. Die sympathischen Ganglien würden in Uebereinstimmung hiermit als motorische Ganglien den sensiblen gegenüberzustellen sein. Hiermit würde sich sehr wohl verbinden lassen, dass Theile der sensiblen Wurzeln in ein sympathisches Ganglion eintreten, sich ihm anlegen, oder durchtreten, wie ja auch die motorische Wurzel sich dem sensiblen Ganglion anlegt. Dass nicht die ganze

motorische Wurzel in das Ganglion sympathicum eintritt, sondern nur ein im Ramus communicans enthaltener Theil derselben, würde als eine Besonderheit gewiss zu beachten sein; hiebei ist indessen zu bedenken, dass sympathische Fasern sich der peripheren Bahn des spinalen Stammes beimischen. Dass die sympathischen Ganglien vor Allem mit motorischen Leistungen zusammenhängen, dafür sprechen insbesondere auch physiologische Erfahrungen, die noch berücksichtigt werden sollen.

Die enge Anlagerung des Ganglion ciliare an den N. oculomotorius, überhaupt die Benennung der motorischen Wurzel eines sympatischen Ganglion als kurze, hängt mit dieser Frage nahe zusammen. Aber hat man denn ein Recht, auch das Ganglion ciliare als ein sympathisches zu betrachten? Es wird dieses Ganglion theils als spinales, theils als central- oder peripher-sympathisches, theils als Ganglion sui generis betrachtet. Letzteres geschieht aus dem Grunde, weil es keine visceralen Theile, sondern das Auge versorgt. Man würde also die Frage zu erheben haben, ob zum Begriff eines sympathischen Ganglion die Leistung einer Versorgung von Eingeweiden nothwendig sei. Versorgt nicht das Ganglion cervicale supremum in ausgedehntester Weise das Gehirn? Und doch wird Niemand bezweifeln, das Ganglion cervicale supremum sei ein sympathisches Ganglion. Ja die Meisten erblicken dieses als das wahre Muster eines solchen. Die Frage, ob Eingeweide versorgt werden, ist hiernach nicht die voranzustellende, sonst wäre das Ganglion cervicale supremum zum grossen Theil ein Ganglion sui generis. Voranzustellen ist vielmehr die Frage nach den zu versorgenden Elementen, und so treffen wir in weitester Verbreitung auf Gefässe und neben ihnen auf glatte Muskeln, welche von den sympathischen Fäden versorgt werden sollen. Diese beiden kommen aber im Auge reichlich vor und so steht nichts im Wege, warum nicht das Auge von einem centralen sympathischen Ganglion versorgt werden könnte.

Die peripheren Aeste der einzelnen Ganglien sind sämmtlich bereits bei den Gehirnnerven beschrieben worden und ist an dieser Stelle auf jene Schilderung zu verweisen. Von der gegebenen Astbildung entfällt gegen die Beanspruchung der fraglichen Ganglienreihe als einer sympathischen kein Einwand. Ebensowenig ist dies bisher der Fall gewesen von Seiten der vergleichend-anatomischen Untersuchung; man müsste denn etwa daran denken, dass in dem Ganglion ciliare ein Doppelganglion mit zwei verschiedenen Qualitäten vermuthet worden ist. Fragen wir nun, wie denn die histologische Forschung sich zur Entscheidung dieser Frage stellt, so ist hierdurch ein besonderer Anlass gegeben, der histologischen Structur der sympathischen Ganglien der Hirn- und Spinalnerven unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Feinerer Bau des Sympathicus.

Am Aufbau des Sympathicus sind Nervenzellen, marklose und markhaltige Nervenfasern, Bindegewebe und Gefässe betheiligt

Die Nervenzellen der sympathischen Ganglien, zunächst des Grenzstrangs, sind beim Menschen und den höheren Wirbelthieren multipolare Zellen, die von einer bindegewebigen Scheide umgeben sind und in ihrem granulirten Zellkörper meist eine excentrisch gelegene Pigmentanhäufung erkennen lassen (Fig. 192).

Die Zahl der Fortsätze ist verschieden gross, jeder derselben erhält eine kernhaltige Scheide als Fortsetzung der Zellhülle. An einzelnen Fortsätzen ist Theilung beobachtet worden; niemals aber erreicht die Theilung eine Ausdehnung, wie etwa an den Protoplasmafortsätzen der Zellen des Rückenmarks. Nach Key und Retzius werden sämmtliche Fortsätze zu marklosen Nervenfasern; doch ist es nicht sicher entschieden, ob nicht einer derselben endlich sich doch noch mit einer Markscheide umhüllt. Sicher aber ist, dass in den Ganglien eine sehr beträchtliche Vermehrung von Fasern stattfindet.

Nicht bei allen Wirbelthieren haben die sympathischen Ganglien denselben Bau. So sind die Zellen der sympathischen Ganglien der Batrachier bipolar, und der eine dieser Fortsätze ist eine Spiralfaser; letztere umhüllt sich früher oder später mit Nervenmark, die gerade Faser aber bleibt marklos [Key und Retzius]; doch sind an ihr Theilungen beobachtet worden [Schwalbe]. Bei den Fischen sind die Zellen der sympathischen Ganglien bipolar, ohne Spiralfaser, und die Fortsätze haben oppositopole Stellung. Im Allgemeinen erreichen die sympathischen Zellen nicht die Grösse der Zellen der Spinalganglien [Kölliker]. Ob an allen Stellen des sympathischen Systems die gleichen Formen vorkommen, ist eine noch nicht sicher erledigte Frage. Die multipolaren Sympathicuszellen des Kaninchens sind mit zwei Kernen versehen [Guye, Schwalbe]. Apolare Zellen kommen in keinem Sympathicus vor. Sigmund Mayer beobachtete in den sympathischen Ganglien des Frosches, Salamanders u. s. w. vielkernige Protoplasmakörper, sogenannte Zellennester, und brachte dieselben mit einer Regeneration der Zellen in Zusammenhang. So sicher im Sympathicus des Kaninchens multipolare Zellen sind, so sind doch auch andere Formen in den Nervensträngen seines Grenzstrangs beobachtet worden, nämlich bipolare mit marklosen oppositopolen Fortsätzen [Schwalbe].

Die Nervenfasern eines Ganglion sind theils autochthon und stehen mit den Zellen desselben in Verbindung; oder sie sind ambulant und durchsetzen einfach das Ganglion, indem sie nicht selten Windungen durch dasselbe machen.

Die Nervenfasern sind ferner ihrer Beschaffenheit nach entweder marklos oder markhaltig. Die marklosen oder gelatinösen, Remak'schen, grauen Fasern sind bereits früher (S. 302) beschrieben worden. Von den markhaltigen finden sich in überwiegender Menge die feineren Formen von 2,6 — 3,3 μ; daneben kommen auch einzelne stärkere und starke vor (5,6 — 13 μ).

Ueber den Zusammenhang der nervösen Elemente des Sympathicus unter sich und mit den aus dem cerebrospinalen System stammenden Fasern liegen noch keine Erfahrungen vor, welche über das bereits Angegebene hinausgehen.

Was noch das Bindegewebe der sympathischen Ganglien betrifft, so verhält sich dasselbe wesentlich wie das der Spinalganglien.

Ueber den Bau der Spinalganglien ist bereits oben (S. 636) gehandelt worden.

Gehen wir mit diesen Erfahrungen versehen an die Betrachtung der Ganglien der Hirnnerven, so ist als sicher zu bezeichnen, und von mir und Retzius beobachtet, dass im Ganglion ciliare, sphenopalatinum, oticum und submaxillare s. linguale (letzteres ist mit dem G. sublinguale und einigen anderen kleineren Kopfganglien als peripheres sympathisches Ganglion zu betrachten) der Säuger

multipolare Zellen vorkommen. Das Ganglion jugulare und cervicale n. vagi, das Ganglion jugulare und petrosum n. glossopharyngei, das Ganglion geniculi n. facialis und G. semilunare n. trigemini sind nach den Beobachtungen von Retzius in Bezug auf die Beschaffenheit ihrer Nervenzellen und deren Ausläufer den echten Spinalganglien gleichzustellen und zu dem cerebrospinalen System zu rechnen. Zum cerebrospinalen System gehörig betrachtet Retzius das Kennzeichen, dass die Ganglienzelle nur einen einzigen Ausläufer besitzt, welcher aber nach einer gewissen Verlaufstrecke sich in zwei Arme theilt, wie es Ranvier gesehen. Ob der eine Theilungsarm nach dem Centralorgan, der andere nach der Peripherie zieht, liess sich nicht sicher bestimmen. Den Erfahrungen von Retzius gemäss würde also der Vagus mit zwei untereinander liegenden, durch einen ansehnlichen Zwischenraum von einander getrennten Spinalganglien versehen sein. Was meine eigenen Erfahrungen über das Ganglion petrosum glossopharyngei und cervicale vagi betrifft, so halte ich es nicht für ausgeschlossen, dass fernere Beobachtungen zu einem anderen Ergebniss führen werden, während ich allerdings bezüglich des Ganglion geniculi, soweit es die Fortsätze betrifft, Retzius beistimme. Gleichzeitig aber halte ich es für angezeigt, daran zu denken, ob nicht die Fortsatzbildung der Zellen beeinflusst werde durch den Ort, wohin die Ausläufer ziehen, durch das Organ also, für welches die Zellen bestimmt sind. Wo nach den verschiedensten Richtungen hin Ausläufer abzugeben sind, da wird die multipolare Form der Zellen am Platze sein; wo die Richtung auf eine Linie sich concentrirt, da wird ein Ausläufer nach der Peripherie genügen. Am Ort der peripheren Endigung kann ja der Axencylinder immer noch in viele Fibrillen zerfahren, wie z. B. die Vagusfasern im Herzen. Die verschiedene Zahl der Fortsätze bedingt für mich noch nicht nothwendig die Zugehörigkeit zu verschiedenen Systemen. Was aber die Einheitlichkeit der Zellenformen des Spinalgangliensystems betrifft, so ist diese nur eine scheinbare. Schon vor Jahren hat Kölliker im Ganglion Gasseri des Kalbes multipolare Zellen neben unipolaren beobachtet. Das Ganglion Scarpae des N. vestibularis, das Ganglion spirale des N. cochleae werden ebenfalls, auch von Retzius, als zum spinalen Gangliensystem gehörig betrachtet; und doch liegen in den Zellen dieser Ganglien bipolare Zellen mit oppositopolen Ausläufern vor. Wenn man nun behaupten wollte, die besondere Oertlichkeit bestimme hier die Modification der Zelle und ihrer Ausläufer, so gebe ich dies gerne zu, mache aber dieselbe Auffassung auch für andere Gegenden geltend, in der Annahme, dass viele Ausläufer nur da vorkommen, wo die Oertlichkeit es nothwendig macht, und dass sie in demselben Masse sich vermindern, als man ihrer nicht bedarf. Denn wozu sollten denn überflüssige Ausläufer hart am Ganglion dienen, wenn die periphere Ausbreitung an einem einheitlichen und entfernten Orte stattfindet? So scheint mir also die Frage der Eintheilung der Ganglien der Gehirnnerven in anderer Weise gelöst werden zu müssen.

Wenden wir uns nach dieser Auseinandersetzung einer schwierigen Angelegenheit zur Frage der physiologischen Arten von Nervenfasern, die im Sympathicus vorkommen, so ist in kurzer Zusammenfassung hier hervorzuheben, dass sich das Verbreitungsgebiet der sympathischen Fasern fast über den ganzen Körper, d. h. über alle seine Theile erstreckt, welche mit glatter Muskulatur ausgestattet sind. Im Besonderen ist hier zu erwähnen die glatte

Muskulatur der arteriellen und venösen Gefässe, die glatte Muskulatur des Auges, der Musculus orbitalis, die glatte Muskulatur eines Theiles der Speiseröhre, die Muskulatur des Magens, des Darmes, des Respirationstractus, die glatte Muskulatur des Urogenitalapparates. Aber auch quergestreifte Muskeln erhalten Sympathicusfasern, wie der Pharynx, ein Theil der Speiseröhre, das Herz. An verschiedenen Stellen stehen die betreffenden Plexus mit cerebrospinalen Fasern in Verbindung, wie der Plexus cardiacus mit Herzzweigen des Vagus, der Plexus pharyngeus mit Fasern vom Glossopharyngeus und Vagus. Ferner gelangen sympathische Fasern zu den drüsigen Organen des Darm- und Urogenitalsystems. Ein Theil dieser Fasern fällt den Gefässnerven zu, einem anderen Theil aber kommt die Bedeutung unmittelbarer secretorischer Fasern bei. Unzweifelhaft ist ferner das Vorkommen sensibler Fasern im Sympathicus. Endlich sind noch kürzere centripetalleitende Fasern zu erwähnen, die mit dem einen Ende in den Schleimhäuten, mit dem anderen Ende in näheren oder entfernteren sympathischen Ganglien endigen und Reflexe auf die glatten Muskeln des bezüglichen Gebietes zu vermitteln vermögen. Zählen wir zusammen, so ergeben sich folgende physiologische Faserarten: motorische, vasomotorische, secretorische, sensible, Reflexfasern. Ein Theil der motorischen Fasern zeigt die merkwürdige Eigenschaft der Hemmungsnerven, ein anderer wirkt beschleunigend und gehört zu der Reihe der excitirenden Nerven.

Was die wichtigen Gefässnerven betrifft, so erscheinen dieselben zwar häufig als feine Aeste von Spinalnerven, die an den verschiedensten Orten zu den Gefässen treten; ihr nächstes Centrum aber liegt dennoch im Sympathicus, von dem aus sie zu jenen Nervenstämmen gelangten. An anderen Orten liegt die unmittelbare Versorgung der Gefässe durch den Sympathicus deutlich zu Tage, in welcher Hinsicht an die vielen Rami molles s. vasculares zu erinnern ist, die wir oben kennen gelernt haben. Stellt der Sympathicus hiernach das primäre Gefässnervencentrum dar, so besitzt derselbe hinwiederum cerebrospinale Gefässnervencentren; diese sind als die secundären Gefässnervencentren zu bezeichnen und liegen nach den Ermittelungen der Physiologie im Rückenmark und in der Medulla oblongata.

Suchen wir, am Schlusse unserer Betrachtungen über den Sympathicus stehend und auf das Angegebene zurückblickend, nach einer Erklärung der eigenthümlichen Bildung eines Grenzstrangs, so lassen sich Anhaltspunkte gewinnen, die diese Erscheinung hinreichend erklären. Wir bedürfen dabei nur der segmentalen Anlage der Grenzstrangganglien als gegebener Elemente, wie ähnliche Ganglienreihen ja auch im Rückenmark und in den Spinalganglien vorliegen. Die sympathischen Ganglien nun, die am frühesten auftretenden Theile des ganzen Systems, entwickeln Längscommissuren, welche nähere oder entferntere Ganglien miteinander in Verbindung setzen. Zu dieser Annahme nöthigen vorerst insbesondere entwicklungsgeschichtliche Gründe. Dies ist der eine Bestandtheil der Rami internodiales. Der zweite und überwiegende Bestandtheil besteht in derjenigen Gruppe von Fasern, welche einen mehr oder minder langen aufsteigenden oder absteigenden Weg im Grenzstrang zurücklegen, um nunmehr in die Peripherie überzugehen, sei es unmittelbar, sei es durch die Vermittelung des Ramus communicans. Dieser zweite Theil besteht also aus den Aesten des Sympathicus, welche streckenweise einen Längsverlauf einschlagen,

um zu ihrem Ziel zu gelangen. Sehr gewöhnlich haben secundäre Lageverschiebungen der Organe dies veranlasst, die der Lauf der Entwicklung mit sich brachte. Jener zweite Bestandtheil kann dem Angegebenen zufolge sowohl aus autochthonen, als aus ambulanten Fasern bestehen, ebenso aus grauen und aus markhaltigen, welche letztere der Ramus communicans spinalis zuführte. Um dies in einem Schema auszudrücken, dazu diene beifolgende Figur, welche einen leichten Ueberblick gestattet (Fig. 380). Die Linie g g' mit fünf Verdickungen stellt einen Theil des Grenzstrangs und seiner Ganglien dar. Die einzelnen Ganglien sind miteinander verbunden durch die Rami internodiales (i, i). Die Liniengruppen $c^1 - c^5$ sind 5 Rami communicantes; die Liniengruppen $p^1 - p^5$ sind periphere Aeste des Sympathicus. Die autochthonen Fasern des Sympathicus sind durchgehends punktirte, die spinalen Fasern dagegen ausgezogene Linien. Das übrige ergibt sich aus der obenstehenden Zeichenerklärung.

Fig. 380.

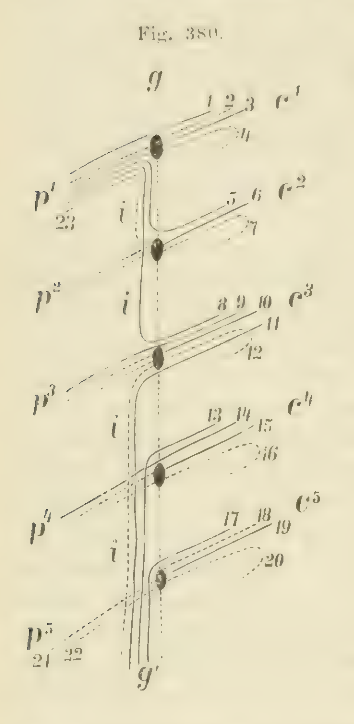


Fig. 380. Sehnen des sympathischen Grenzstrangs und seiner Faserzüge.

g, g', Theil des Grenzstrangs mit fünf Ganglien. $c^1 - c^5$, Rami communicantes mit den Spinalnerven. $p^1 - p^5$, periphere Aeste der Ganglien. i, i, Rami internodiales. Die autochthonen Fasern des Sympathicus sind sämmtlich punktirt, die aus den Spinalnerven zugeführten mit ausgezogenen Linien dargestellt. 1, eine durchtretende spinale Faser. 2, eine zurücklaufende sympathische Faser. 3, eine in das Ganglion eintretende spinale Faser. 4, eine rückläufige sympathische Faser, welche umbiegend in die Peripherie des Spinalnerven zieht. 5, eine spinale Faser, welche im Grenzstrang aufsteigt und in die periphere Bahn der Sympathicuszweige tritt. 6, 10, 15, 19, spinale Fasern, die in das Ganglion sympathicum eintreten. 7, 12, 16, 20, rückläufige sympathische Fasern, welche in die periphere Bahn der spinalen Nerven umbiegen. 8, spinale Faser zum Grenzstrang, an demselben aufsteigend und bei p^1 in die Peripherie des Sympathicus tretend. 9, 14, durchtretende spinale Fasern. 11, absteigende spinale Faser, welche endlich in sympathischen Zweigen zur Peripherie zieht. 13 und 17, ebenfalls absteigende spinale Fasern zur sympathischen Peripherie. 18, rückläufige sympathische Faser mit anfänglich centralem Verlauf. 21, 22, aus dem Ganglion entsprungene Fasern zur Peripherie. 23, aufsteigende sympathische Faser zur Peripherie des Sympathicus.

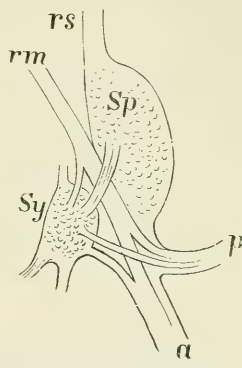
Ueber die Beziehungen der beiden spinalen Wurzeln, beziehungsweise des spinalen Ganglion, zum sympathischen Ganglion, und über die Beziehungen des letzteren zum Ramus anterior und posterior spinalis orientirt die Fig. 381. Die dorsale Wurzel (rs) schwillt zum spinalen Ganglion (Sp) an, an welchem die ventrale Wurzel (rm) vorüberzieht. Unterhalb des Ganglion befindet sich der gemeinschaftliche Stamm des Spinalnerven, der sich sofort in den Ramus posterior (p) und in den Ramus anterior (a) theilt. Das sympathische Ganglion (Sy) steht mit der ventralen und dorsalen Wurzel, beziehungsweise mit dem Ganglion spinale, in Verbindung; diese beiden Fäden enthalten zugeleitete oder Wurzelfasern; das sympathische Ganglion gibt aber auch Fäden an den Ramus anterior und posterior des gemeinsamen Stamms ab, welche zur Peripherie ziehen.

Der neueste Beobachter auf diesem Gebiete, A. D. Onodi, welcher besonders den Sympathicus des Pferdes und von Embryonen bearbeitete, gelangt zu dem Ergebniss, dass die sympathischen Ganglien als vorgeschobene Gebilde der Spinalganglien zu betrachten sind. Das sympathische Ganglion steht nach seinen

Fig. 381. Aus Schnitten hergestelltes Bild zur Verdeutlichung der Beziehungen des Ganglion sympathicum (Sy) zum spinalen System. Vom Sympathicus des Vogels.

Sy, Ganglien des Grenzstrangs. Sp, Ganglion spinale rs, Radix sensitiva. rm, Radix motoria des Spinalnerven. p, Ramus posterior des Spinalnerven. a, Ramus anterior des Spinalnerven. Das Ganglion sympathicum steht in Verbindung mit der motorischen und sensiblen Wurzel des Spinalnerven, bez. mit dem Spinalganglion. Das Ganglion sympathicum gibt ferner Faserzüge zum Ramus anterior und Ramus posterior.

Fig. 381.



Erfahrungen sowohl mit den vorderen Wurzeln und dem ventralen spinalen Aste, als auch mit dem Spinalganglion und dem dorsalen Spinalast in Verbindung. Die Rami communicantes des Pferdes ergaben folgenden Befund: Die aus dem Rückenmark kommenden, durch die Rami communicantes in den Grenzstrang gelangenden cerebrospinalen Fasern theilen sich in zwei, an Grösse sehr verschiedene Theile, deren Verlaufsrichtung an verschiedenen Theilen des Grenzstrangs verschieden ist. Vom sechsten bis siebenten sympathischen Brustganglion angefangen steigt der grösste Theil der Fasern der weissen Rami communicantes im Grenzstrang aufwärts und nur ein kleiner Theil abwärts. Der grösste Theil der übrigen Brust-Rami communicantes steigt im Grenzstrang abwärts, nur ein kleiner Theil aufwärts. Diejenigen cerebrospinalen Faserbündel, die vom siebenten Brustganglion an im Grenzstrang abwärts steigen, gehen, was den Brusttheil betrifft, im Splanchnicus major und minor zu den Eingeweiden.

Der grössere Theil der Fasern, der Lenden-Rami communicantes begibt sich im Grenzstrang abwärts, ein kleiner Theil steigt auf. Vom dritten und vierten Lenden-Ramus communicans lassen sich durch den Plexus mesentericus inferior Fasern verfolgen, welche die hintere Wand und den Scheitel der Blase, sowie auch den oberen und mittleren Theil des Rectum versorgen. Der vierte Ramus communicans lumbalis hat schon verhältnissmässig wenig cerebrospinale Bündel; der fünfte zeigt kaum mehr ein bis zwei im Grenzstrang absteigende solche Bündel. Weiter abwärts sind nur mehr graue Rami communicantes für den äusseren Anblick vorhanden, obwohl selbst im Sacraltheil die cerebrospinalen Fasern nicht gänzlich fehlen. Der Grenzstrang schliesst an beiden Seiten in der Ursprungshöhe des fünften vorderen Sacralnerven mit einem grossen Ganglion ab; seine kleinen Aeste begleiten die Schweifarterie. Die grauen Rami communicantes gehen grösstentheils zur Peripherie der Sacralnerven, ein kleiner Theil zieht an ihnen centralwärts. Die cerebrospinalen Faserbündel suchen im Allgemeinen die Bahn des sympathischen Grenzstrangs auf, um nach kürzerem oder längerem Verlauf leichter ihre Innervationsgebiete erreichen zu können; andererseits aus dem Grunde, um sich mit sympathischen Elementen zu verbinden, und mit ihnen versehen ihren Verbreitungsbezirk zu erreichen.

Siebenter Abschnitt.

Die Lehre von den Sinnesorganen. Aesthesiologia.

Einleitung.

Sinnesorgane sind Vorrichtungen, welche dazu dienen, bestimmte Einwirkungen der Aussenwelt aufzunehmen, dadurch in Erregung zu gerathen und den Erregungszustand durch die mit ihnen zusammenhängenden Nerven den Centralorganen zuzuleiten. Als solche Reize der Aussenwelt machen sich geltend der Anstoss fester, flüssiger, gasförmiger Körper, Schwingungen der Luft, des Lichtäthers, Wärmebewegungen, Schmeck- und Riechstoffe. Als die zu ihrer Aufnahme vorhandenen Apparate sind zu nennen die Sinnesorgane der Haut, das Gehörorgan, Sehorgan, Geschmacks- und Geruchsorgan. Die Sinnesorgane unterrichten uns über Zustände, Bewegungen und Stoffe der Aussenwelt nicht in unmittelbarer, sondern in mittelbarer Weise. Wir nehmen die Aussenwelt nicht unmittelbar wahr; was wir wahrnehmen, ist vielmehr immer nur eine Veränderung unseres Selbst, eine Gleichgewichtsstörung unseres Ich, eine Thätigkeit der Organe unserer Person. Wir empfinden mit den Sinnesorganen nur unsere eigenen Eigenschaften, nicht diejenigen der Aussenwelt; erstere werden durch letztere nur in erregten, uns wahrnehmbaren Zustand versetzt. Aus diesem Grunde liegen den Sinnesorganen jene anderen Vorrichtungen in unserem Körper ihrem Wesen nach nicht fern, welche tief im Innern des Körpers an sensiblen Nerven vorhanden sind und ebenfalls dazu dienen, uns über veränderte Zustände unserer Person zu unterrichten. Man pflegt die durch sie vermittelten Empfindungen unter dem althergebrachten, indessen nicht besonders geeigneten Namen Gemeingefühle, Allgemeinempfindungen zusammenzufassen. In diese Gruppe von Empfindungen rechnet man das Muskelgefühl, das Gefühl von Hunger und Durst, die Empfindung von Schmerz u. s. w. Nicht bloss an der Körperoberfläche also verbreiten sich sensible Nerven. Von den überaus zahlreichen sensiblen Nerven, welche an der Oberfläche und im Innern des Körpers ihre Endigung haben, bilden die Sinnesnerven vielmehr nur einen, allerdings höchst ansehnlichen und wichtigen Bruchtheil. Gerade die erwähnte leidende Beziehung zur Aussenwelt verleiht ihnen den ausserordentlichen Werth für den Haushalt des Organismus.

Dass die Sinnesorgane ihren Platz an der Oberfläche des Körpers oder in der Nachbarschaft derselben einnehmen, ergibt sich aus ihrer Bestimmung. Eine bevorzugte Stellung in Bezug auf ihre Unterbringung nimmt der Kopf ein, da sich an ihm bekanntlich die beiden Seh-, Hör- und Geruchsorgane, sowie die Geschmacksorgane, und überdies noch Theile des Hautsinnesorgans befinden. Die Sinnesorgane sind nicht allein an der Oberfläche des Körpers gelegene

Apparate, sondern die Haut selbst ist sogar an dem Zustandekommen aller in mehr oder weniger hervorragender Weise betheiligt. Wir haben uns die Haut in mehrere sehr verschieden grosse Sinnesgebiete zerlegt zu denken, welche paarweise vorhanden und symmetrisch gelagert sind. Jedem dieser besonderen Gebiete sind besondere Functionen zugefallen. Die grösste räumliche Ausdehnung hat das Hautsinnesorgan behalten, nachdem die übrigen ganz oder theilweise aus ihm entnommen und gewissermassen herausgeschnitten sind. Das Sinnesgebiet für das Gehörorgan hat sich von der epithelialen Oberfläche gelöst und in das Innere zurückgezogen. Ein ähnlicher Rückzug mit Ablösung fand für das Auge bezüglich der Linse statt. Auch das Sinnesgebiet des Geruchs- und Geschmacksorgans hat eine Tiefenlage erhalten, ohne dass indessen eine Abschnürung erfolgt wäre. Für das Sehorgan ist freilich nicht allein ein Hautbezirk, sondern vor Allem auch ein Theil der Hirnwand, die primitive Augenblase verwendet, für das Gehörorgan in mehr untergeordneter Weise selbst ein Darmtheil. Gerade das Seh- und Gehörorgan ist ferner mit einer Reihe von Hilfsapparaten ausgestattet, wodurch der ohnedies schon verwickelte Bau dieser Sinnesorgane noch weitere Verwickelungen erfährt. Man nennt sie theilweise aus diesem Grunde, theilweise ihrer überragenden Bedeutung für das Seelenleben wegen oft auch die höheren Sinnesorgane. Sämmtlichen Sinnesorganen, den höheren wie den niederen (die übrigens ebenfalls von grösster Bedeutung sind) fehlt natürlicherweise weder der Sinnesnerv, noch das Sinnescentrum. Diese drei Theile bilden vielmehr zusammen erst den vollständigen Sinnesapparat. Und dennoch lässt sich für das Sehorgan insofern eine Ausnahmestellung behaupten, als der Sehnerv nicht einem peripheren Nerven, sondern einer Verbindung zwischen zwei Hirntheilen entspricht.

Bezüglich des Baues, der histologischen Beschaffenheit, der Ausstattung mit Hilfsorganen, der Entwicklungsgeschichte ergibt sich, wie aus dem Bisherigen bereits erhellt, eine Menge von Verschiedenheiten, die im Folgenden eingehender betrachtet werden müssen und das Studium der Sinnesorgane zu einem höchst anziehenden machen.

Was die Nervenendigungen betrifft, so ist von denselben im Allgemeinen hervorzuheben, dass dieselben entweder in oder an dem Epithel, oder im Bindegewebe liegen; oder es sind Theile der Hirnwand selbst, welche die peripheren Nervenenden aufnehmen. Die Form der Nervenendigung ist wiederum eine verschiedenartige und kann entweder eine freie, eine celluläre oder corpusculäre sein. Jede dieser Formen zerfällt wieder in eine Reihe von einzelnen Abtheilungen. Epithelzellen, in oder an welchen eine Sinnesnervenfaser endigt, werden Neuroepithelzellen oder Sinnesepithelzellen genannt. Corpusculäre und freie Endigungen von Sinnesnerven finden sich nicht bloss an freien Oberflächen, sondern auch in den Tiefen des Körpers, wo sie den Einwirkungen der Aussenwelt entzogen sind. Ja eine und dieselbe Art corpusculärer Elemente kann in oberflächlicher, der Aussenwelt zugänglicher, und in tiefer Lagerung massenhaft vorkommen. Ob man hieraus eine Berechtigung schöpfen darf, in der Tiefe gelegene, mit besonderen Leistungen betraute Sinnesflächen anzunehmen und sie den oberflächlichen Sinnesflächen gegenüberzustellen, wird die Folge zu lehren haben.

I. Das Gefühlsorgan. Organon tactus.

A. Nervenendigungen im Epithel.

Nachdem Hoyer den Eintritt von Nervenfasern in das (vordere) Epithel der Hornhaut entdeckt hatte, gelang es Cohnheim, mit Hilfe einer neuen Methode, der Färbung mit Goldchloridlösung, einen sehr bedeutenden Reichthum dieses Epithels an feinen Nervenfibrillen nachzuweisen. Wie gegenwärtig von dieser vielfach untersuchten und vorzüglichen Oertlichkeit feststeht, endigen die feinen Nervenfibrillen hier zwischen den Epithelzellen, intercellulär, nicht intracellulär, mit feinen knopfförmigen Anschwellungen, Terminalknötchen, Endknöpfchen [Merkel, Ranvier]. Da das Hornhautepithel nur eine modificirte Form desjenigen Epithels darstellt, welches den ganzen Körper umschliesst, dessen äussere Hülle bildet und mit dem Hornhautepithel gleicher Abkunft ist, so musste es nahe liegen, in dem übrigen Epithel ähnliche Nervenendigungen zu erwarten. Daraufhin gerichtete Untersuchungen wurden denn auch reichlich mit Erfolg gekrönt, sowohl an der Haut des Menschen, als auch an der Haut der Säugethiere und der unteren Klassen der Wirbelthiere.

Die Endigungsweise ist entweder eine freie, oder eine celluläre; beide Formen sind im Reich der Wirbelthiere sehr weit verbreitet.

1) Die freie Endigung ist die bei dem Menschen und den Säugethieren vorwiegende. Die markhaltigen Nervenfasern gehen an der Randschicht des Bindegewebes Theilungen ein und treten mit der Markscheide versehen bis an die basale Grenze des Epithels heran. Hier verlieren sie die Markscheide, während die Axencylinder in das Epithel vordringen und dabei intercelluläre Bahnen benützen. Innerhalb des Epithels theilen sich die Axencylinder mehr oder weniger häufig und erreichen mit ihren Endzweigen die Höhe des Stratum lucidum, ohne in die Hornschicht überzutreten. Zwischen den Zellen endigen sie frei, ohne in Endknötchen auszulaufen. Zusammenhängend mit dem Dickenwachsthum und dem Ersatz des beständig vor sich gehenden Abschuppungs-Verlustes der äusseren Lagen der Epidermis scheint auch die interepitheliale Axencylinderverzweigung einem beständigen Längenwachsthum zu unterliegen, so dass, während die äussersten Enden bei der Verhornung der Epithelzellen dem Untergang verfallen, lebenskräftige und leitungsfähige Theile der Axencylinderverzweigung immer vorhanden sind [Ranvier]. Im Stratum Malpighii (s. germinativum, Flemming) findet nicht allein durch reichliche Zelltheilung ein Ersatz der verloren gehenden Theile der Epidermis statt, sondern es ist auch innerhalb der intercellulären Safträume der Epidermis (der Zwischenriffelspalten von Waldeyer) genügendes Ernährungsmaterial vorhanden, um die Axencylinderverzweigung zu speisen.

Nerven in der Epidermis wurden mit Anwendung der Chlorgold-Methode zuerst von Langerhans nachgewiesen und von vielen anderen Beobachtern in der Folge bestätigt. So fanden Eberth und Krohn in die Epidermis ein-

tretende Nerven beim Menschen und beim Kaninchen, Podkopaew beim Kaninchen, Elin im Epithel des harten Gaumens. Mojsisovics und Andere beschrieben die Nervenendigung im Epithel des Schweinsrüssels, der sich vorzüglich geeignet erwiesen hat; Eimer im Epithel der Kuhzitze, Paladino im Epithel der Lippe des Pferdes, Wjeliki im Stratum Malpighii des Ohres der Raubthiere und Nager, Ciaccio im Epithel der Conjunctiva bulbi; Key und Retzius, sowie Izquierdo fanden Nervenfasern im Epithel der Glans penis und clitoridis; Chrschtschonowitsch und Krohn im Epithel der Vaginalschleimhaut (des Kaninchens); Eimer im Epithel der Rüsselscheibe des Maulwurfs. In dieser Rüsselscheibe bildet das Epithel nach aussen zahlreiche Hügel, nach innen Zapfen. Gegen den flachen Grund eines solchen Zapfens treten mehrere kleine Nervenbündel. Achtzehn bis zwanzig Terminalfasern dringen im Umkreis der Axe der epithelialen Anschwellung bis zur vierten oder fünften obersten Epithellage empor und endigen hier knopfförmig. In der Axe des Epithelcylinders selbst steigen nur einzelne Fasern auf [Mojsisovics].

2) Die celluläre Endigung im Epithel kommt beim Menschen und den höheren Wirbelthieren in der Haut im engeren Sinne vielleicht gar nicht vor; wohl aber im Bereich der aus der Haut hervorgegangenen besonderen Sinnesorgane (Geschmacks-, Geruchs-, Gehörorgan), wo sie später betrachtet werden wird. Doch ist hinzuzufügen, dass treffliche Beobachter, wie Merkel, für ein weitverbreitetes Vorkommen von cellulären Nervenendigungen in der Epidermis des Menschen und der höheren Wirbelthiere eingetreten sind. Der Gegenstand bedarf also fernerer Untersuchung. Merkel beschrieb nämlich eine häufige Endigung von Hautnerven in sogenannten Tastzellen, eigenthümlichen hellen Zellen mit kugeligem Kern, die sowohl im Epithel, als auch im angrenzenden Bindegewebe vorhanden sind. Im Epithel finden sich die Tastzellen nur in dessen tiefsten Lagen, weitverbreitet in der ganzen, nicht mit (den später zu beschreibenden) Tastkörperchen ausgestatteten Haut. Im Bindegewebe kommen die Tastzellen zwar auch einzeln zerstreut vor, häufiger jedoch treten sie hier zu grösseren Körperchen zusammen und bilden so die wichtigsten Bestandtheile der Tastkörperchen, Genitalnervenkörperchen und Endkolben. Bei Vögeln, Reptilien und Amphibien liegen die Tastzellen nur im Bindegewebe. Bei den Vögeln sind sie vielfach einzeln zerstreut, oder treten zu Zwillingstastzellen und einfachen Tastkörperchen (Grandry'schen Körperchen s. unten) zusammen. Bei den Reptilien und Amphibien setzen sie die „Tastflecke" zusammen. In allen diesen Tastzellen erfolgt nach Merkel die Nervenendigung so, dass die markhaltige Faser spätestens beim Eintritt in das Epithel ihr Mark verliert, die Schwann'sche Scheide in die Zellmembran, der Axencylinder in die Zellsubstanz sich fortsetzt; Merkel vermuthete in den Tastzellen periphere Ganglienzellen.

Während zur Zeit eine sichere Entscheidung in der Frage der Tastzellen noch nicht zu geben ist, verhält es sich anders mit in der Epidermis liegenden Zellen, welche ebenfalls schon als Endgebilde von Nervenfasern in Anspruch genommen worden sind. Es sind dies eigenthümliche sternförmige Zellen, welche im Stratum Malpighii und in der äusseren Wurzelscheide der Haare von Langerhans gesehen worden sind. Sie färben sich mit Goldchlorid dunkel und senden ihre zuweilen getheilten Fortsätze nach den verschiedensten Richtungen. Meist

liegen sie gruppenweise über den Spitzen der Papillen. Ein Zusammenhang mit Nerven konnte an den Zellen indessen nicht aufgefunden werden [Eberth], wenn auch die Zellen selbst leicht zu bestätigen waren. Merkel zeigte darauf, dass die Langerhans'schen Zellen in Allem mit den sternförmigen Pigmentzellen übereinstimmen, die bei Thieren an denselben Orten gefunden werden und bindegewebiger Abkunft sind. Wir haben es in ihnen mit in die Epidermis eingewanderten Leukocyten zu thun, die ihre Fortsätze in die Zwischenriffelräume erstrecken können. Kommt nun ein solcher, wahrscheinlich dem Epithel als Nahrung dienender wandernder Leukocyt in Berührung mit der oben beschriebenen Axencylinderverzweigung, so liegt die Sache in der That sehr verführerisch, an eine cellular-epitheliale Nervenendigung zu denken.

Von verschiedenen Seiten ist endlich sogar ein Eindringen feiner Nervenfasern nicht allein in das Epithel, sondern in die Zellsubstanz der Epithelien beschrieben worden. Solche intracellulare Endigung beschrieb vor längerer Zeit Hensen, neuerdings Pfitzner, für das Epithel des Froschlarvenschwanzes. In jede Zelle sollten nach Pfitzner zwei Nervenfasern von verschiedenem Ursprung gelangen und daselbst knopfförmig endigen; dieselbe Form der Endigung schreibt Pfitzner auch erwachsenen Fröschen und Salamandern, ebenso der Epidermis der Säugethiere und des Menschen zu. Für den Menschen glaubte Unna die Angabe bestätigen zu können. Canini-Gaule dagegen und neuerdings Kölliker halten die Fäden von Pfitzner und Unna nicht für nervöse Gebilde, sondern für die schon von Eberth und Leydig beschriebenen Stäbchen- und Fasergebilde, die auch am Rumpf und Kopf der Froschlarve sich finden. Kölliker macht dagegen aufmerksam auf Stiftchenzellen in der Epidermis von Froschlarven. Dieselben sind über die ganze Oberfläche des Schwanzes verbreitet und tragen am freien Ende ein oder mehrere Stiftchen. Jede Stiftchenzelle erscheint in der Seitenansicht birnförmig, erreicht mit dem spitzen Ende die Oberfläche der Oberhaut, während das breite Ende entweder der Cutis aufsitzt oder durch Theile der tieferen Oberhautzellen von derselben geschieden wird. Die Zellen haben 11—22 μ Höhe und Breite, das Stiftchen aber ist höchstens 5 μ lang und ragt über die freie Oberfläche hervor. Die angrenzenden oberflächlichen platten Oberhautzellen lassen über jeder Stiftchenzelle eine kleine Oeffnung frei, aus welcher die Stiftchen hervortreten. Jede Stiftchenzelle hat in der Tiefe einen Kern, ferner einen körnigen Inhalt, der häufig radiär gestreift erscheint. Auf 1 qmm treffen bei Rana esculenta 79 Stiftchenzellen, auf den Schwanz einer grösseren Larve etwa 22000. Verbindungen mit Nerven konnten in einigen Fällen nachgewiesen werden: feinste blasse Nervenfäden waren am frischen Objekt bis zu den Stiftchenzellen zu verfolgen; isolirte Stiftchenzellen hatten am tiefen Ende manchmal einen blassen Faden ansitzen. Das von Einigen für nervös gehaltene subcutane Zellennetz hält Kölliker für bindegewebiger Art. Die Stiftchenzellen sind nur an ganz frischen Theilen in Wasser gut zu sehen.

Besondere Formen von cellulären Endigungen beschrieb F. E. Hoggan aus der Hand des Waschbären, die theilweise unentwickelten Formen von Geschmacksknospen ähneln.

B. Nervenendigungen an den Haaren.

Die Nervenendigungen an den Haaren sind bei einer Reihe von Säugethieren untersucht worden. Dieselben besitzen zwei Formen von Haaren, einfache Haare und Sinushaare (Spürhaare), von welchen letztere innerhalb des Balges einen Blutsinus besitzen.

a) **Die Nerven der gewöhnlichen Haare.** Zu jedem Haar begibt sich ein aus mehreren Fasern bestehendes Stämmchen, und tritt zu einer dicht unterhalb der Talgdrüsen gelegenen Einschnürungsstelle des Haarbalges, um an der verdickten Glashaut desselben seine Endausbreitung zu finden; alle übrigen Theile des Haares sind nervenfrei. An der Nervenstelle des Haares theilen sich die markhaltigen Nervenfasern mit rascher Wiederholung, werden marklos, dringen als nackte Axencylinder, gegen 40 an Zahl, in die Glashaut hinein, verlaufen in Längsfalten derselben und endigen auf unbekannte Weise, vielleicht im anliegenden Epithel der äusseren Wurzelscheide. So verhält es sich nach Bonnet z. B. bei der Ratte in der Haut des Vorder- und Hinterfusses. Andere Haare, z. B. am Ohr der Maus, die Narissae des Pferdes sind noch nervenreicher. Nach aussen von den Längsfasern der Glashaut befindet sich hier noch eine Lage circulärer Axencylinder, ein Nervenring, der in Querfältchen der Glashaut gelegen ist. Wahrscheinlich biegen diese circulären Fasern schliesslich in Längsrichtung um, und endigen wie die Längsfasern.

b) **Die Nerven der Sinushaare.** Die an der Schnauze und den Wangen der verschiedensten Säugethiere vorhandenen Sinushaare sind ausserordentlich nervenreich. Auch bei ihnen ist der vorzugsweise nervenreiche Theil unterhalb der Talgdrüsen gelegen und durch eine Anschwellung der äusseren Wurzelscheide ausgezeichnet. Die Haarpapille ist auch hier nervenfrei. Die zahlreichen Nervenstämmchen gelangen von unten her zum Haar, ziehen mit Bindegewebe zur inneren Lage des Haarbalgs und bilden hier ein oberflächliches und tiefes Geflecht. Die oberflächen Fasern ziehen aufwärts zur bezeichneten Stelle der Glashaut des Haarbalgs, durchbohren sie und treten in das Epithel der äusseren Wurzelscheide ein [Dietl, Merkel, Bonnet]. Hier endigen sie intercellulär mit Endknöpfen, die von einer Fortsetzung der Schwann'schen Scheide umhüllt werden. Merkel betrachtet diese Endknöpfchen als Tastzellen; Ranvier erkennt die Zellen an, hält sie aber nicht für Endorgane der Nerven, sondern sieht als Endorgane gebogene Scheibchen an, welche den Merkel'schen Zellen anliegen. Solche Scheibchen (Ménisques tactiles) finden sich nach Ranvier auch in den tiefsten Schichten der Epidermis. Das tiefe Nervengeflecht sendet seine Fasern weiter abwärts, wo sie ebenfalls die Glashaut durchbohren und in Endknöpfchen aufhören. Ausser den von unten her zum Haar tretenden Nervenstämmchen sind nicht selten auch obere Stämmchen vorhanden, die zur Glashaut treten und an benachbarter Nervenstelle endigen. Mehrere Angaben weisen darauf hin, dass auch ausserhalb der Glashaut Nervenendigungen in Terminalknöpfchen vorkommen [Odenius, Redtel, Ranvier]. W. Krause endlich hat zwischen den Haarbälgen Endkolben gefunden (s. unten). Es liegt auf der Hand, dass die im Epithel der äusseren Wurzelscheide der Haare vorkommenden Nervenendigungen ihrem Wesen nach zu der unter A. beschriebenen Gruppe von Nervenendigungen im Epithel gehören und höchstens als

modificirte Formen aufzufassen sind, wie ja das Haar selbst als modificirtes Epithel erscheint. Die äussere Wurzelscheide des Haares entspricht dem Stratum germinativum der Epidermis oder ist vielmehr ein eingesenkter Theil jenes Stratum. So wird es uns nicht Wunder nehmen dürfen, im Epithel der Wurzelscheide Nervenendigungen zu finden. Der freie Theil des Haares, obwohl nicht sensibel, ist dennoch nicht wirkungslos bei dem Zustandekommen der Gesichtswahrnehmung; er dient als ein langgestreckter Hebel, als umgekehrter Fühlhebel, der eine ihn treffende Berührung auf die Nervenstelle überträgt.

C. Terminalkörperchen.

a) **Die Tastkörperchen** (Meissner'sche Körperchen, Corpuscula tactus).

Die 1852 von Meissner entdeckten Tastkörperchen gehören dem Papillarkörper der Cutis an und finden sich in dessen Papillen selbst. Meist nehmen sie die Spitze derselben ein und kommen vorzugsweise an der Volarseite der Finger und Zehen, der Hand und des Fusses vor. An behaarten Hautstrecken fehlen sie nicht vollständig, sind indessen selten; auch am Rücken der Finger und Zehen, der Hand und des Fusses sind sie spärlich vorhanden. Vereinzelt finden sie sich ferner in der Haut der männlichen und weiblichen Brustwarze, am freien Rand der Augenlider, im Nagelbett. In der Haut des rothen Lippenrandes, in der Zungenspitze kommen sie mit Endkolben vermischt vor; mit diesen und Genitalnervenkörperchen finden sie sich in der Haut der Clitoris [W. Krause].

Bei einem erwachsenen Manne fand Meissner auf 1 qmm Haut an der Volarseite des Endgliedes des Zeigefingers ungefähr 23 Tastkörperchen; am zweiten Glied 9, am ersten Glied 3; in der volaren Haut über dem Metacarpus digiti V 1—2; auf der Plantarseite des Endgliedes der grossen Zehe 7, in der Mitte der Planta pedis 1—2. Auf der Volarseite des Unterarms kommt durchschnittlich erst auf 35 qmm 1 Tastkörperchen.

Nach Arthur Kollmann bedürfen die Zahlenangaben von Meissner insofern einer Ergänzung, als die volaren Flächen der Hand und des Fusses nebst Fingern und Zehen besondere, in Hügelform hervorragende Tastballen erkennen lassen, wie sie in stärkerer Ausbildung bei den niederen Affen vorhanden sind, während die Anthropoiden hierin der bei dem Menschen gegebenen Anordnung nahe stehen. Als solche Tastballen machen sich 1) die Fingerbeeren, 2) die hinter den Zwischenfingerspalten vorhandenen länglichen Wülste der Hand, 3) der Daumen- und Kleinfingerballen geltend. Entsprechende Verhältnisse kehren am Fusse wieder und sind alle diese Stellen durch besondere Gruppirungen der Hautleisten ausgezeichnet. Die zwischen den Tastballen gelegenen Hautstrecken stellen intermediäre Gebiete dar, welche bezüglich der Ausstattung mit Tastkörperchen eine niedrigere Stufe einnehmen, als die zugehörigen Hügelgebiete.

Den Affen kommen, wie schon Meissner und Krause fand, Tastkörperchen an den gleichen Hautstellen zu, wie dem Menschen. Auch an einer haarlosen Stelle des Greifschwanzes von Ateles sind sie gefunden. Nach Merkel kommen sie auch in der Sohlen- und Zehenhaut der Maus und Ratte vor, während Krause dieselben für Endkolben hält.

Die Gestalt der Tastkörperchen (Fig. 382) ist ellipsoidisch; ihr langer Durchmesser beträgt in der Vola manus 110 bis 160 μ, der kurze 45 bis 50 μ;

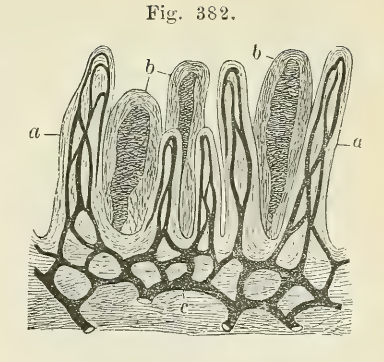


Fig. 382. Gefäss- und Tastpapillen der Haut des Zeigefingers. $^{200}/_{1}$.

a, a, Gefässpapillen. b, b, Tastpapillen mit Tastkörperchen. c, Gefässnetz an der Basis der Papillen.

kürzer sind sie in der Haut des Fusses und der übrigen Theile, wo selbst kugelige Formen vorkommen. Die gestreckten Formen liegen mit ihrer Längsaxe immer parallel der Papillenaxe. Da nicht jede Papille ein Tastkörperchen trägt, unterscheidet man Tastpapillen und Gefässpapillen, von welchen erstere ein Tastkörperchen, letztere Gefässschlingen enthalten (Fig. 382). Am Endglied des Zeigefingers fand Meissner auf 400 Papillen 108 Tastpapillen. In manchen Fällen dringt eine Gefässschlinge auch mehr oder weniger weit in Tastpapillen vor. Hie und da enthält eine Papille ferner 2 oder 3 miteinander zusammenhängende oder getrennte Tastkörperchen.

Ein Tastkörperchen besteht aus einer dünnen, glashellen, kernhaltigen Bindegewebshülle, einem eigenthümlich beschaffenen Innenkolben und aus den zutretenden Nervenfasern. Die Perineuralscheide der zutretenden Nervenfasern geht in die Hülle unmittelbar über. Die Nervenfasern steigen aus dem oberflächlichen Nervenplexus der Lederhaut zu den Tastkörperchen auf, sind markhaltig und gehen, wie schon innerhalb des Plexus, so auch auf ihrem Wege zu den Tastkörperchen Theilungen ein. Kleine Tastkörperchen erhalten meist nur eine Nervenfaser, grosse deren 2 bis 4. Die Nervenfasern treten in der Gegend des inneren Pols an das Körperchen heran und beschreiben nicht selten spiralige Windungen ausserhalb, und später innerhalb der Hülle, wobei das Mark anfänglich noch vorhanden ist und neue Theilungen der Faser erfolgen (Fig. 383). Ueber die Verästelung und die gewundenen Bahnen des oder der Axencylinder im Körperchen geben vor Allem Goldchloridpräparate Aufschluss (Fig. 384).

Schwieriger ist die Erforschung der Endigungsweise der Axencylinderzweige und des Baues des von der Hülle umschlossenen Innenkolbens. Man glaubte früher, der Innenkolben sei eine feinkörnige fast weiche Masse, in deren Innerem die Terminalfasern mit Knöpfchen endigten. Gegenwärtig steht es dagegen fest, der Innenkolben sei wesentlich aus quergelagerten Zellen aufgebaut [Tomsa, Langerhans]. Diese sind säulenförmig aufeinander geschichtet und bedingen hiedurch, sowie in Folge der queren Lagerung ihrer Kerne grossentheils die eigenthümliche Querstreifung der Tastkörperchen. Ueber die Natur dieser Zellen gehen jedoch die Ansichten weit auseinander. Nach Merkel sind die Zellen als Tastzellen aufzufassen, in deren Innerem die Endigung der terminalen Nervenfasern stattfindet. Hiebei ist es fraglich, ob diese Zellen (Kolbenzellen, W. Krause) epithelialer oder bindegewebiger Abkunft sind. So vermuthete Izquierdo in dem Zellenhaufen eine abgeschnürte Epithelinsel, die aus der übergelagerten Epidermis stammt; andere halten den Innenkolben für bindegewebiger Abkunft. Hierüber gibt die Entwicklungsgeschichte der Tastkörperchen entscheidenden Einfluss, indem sie uns zeigt, dass das die embryonale Lederhaut deckende Epithel beständig mit glatter Fläche gegen das untergelagerte Binde-

Fig. 383.

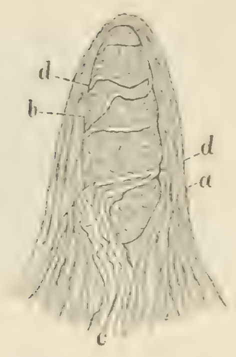


Fig. 384.



Fig. 383. Tastpapille mit Essigsäure behandelt. (Nach Kölliker). 350/1.
a. Bindegewebe der Papille mit elastischen Fasern. b, Tastkörperchen. c, zwei in die Papille eintretende markhaltige Nervenfasern. d, ihre Windungen.

Fig. 384. Tastkörperchen der menschlichen Fingerhaut. (Nach E. Fischer und Flemming). Durch Chlorgold gefärbt. Man erkennt den gewundenen Verlauf sowie Theilungen der dunkel gefärbten, innerhalb des Körperchens befindlichen Nervenfasern.

gewebe abschliesst, dass dagegen andrerseits der Innenkolben aus einer Gruppe jugendlicher Bindesubstanzzellen hervorgeht, gegen welche die Nervenfaser- und Axencylinderverzweigung vordringt [Ranvier]. Durch den Einfluss der auftreffenden, in den Papillarraum gelangenden Nervenfaser, so muss man sich vorstellen, wächst die zunächst umgebende und die Nervenfaser begleitende Bindesubstanz in andrer Weise aus, als es ohne die anlangende Nervenfaser geschieht. Die Bindesubstanzzellen vermehren sich, nehmen die Formen der blasigen Kolbenzellen an und fassen die Nervenenden zwischen sich. Einen ähnlichen richtenden Einfluss der Nervenfaser auf die Formung der Terminalkörperchen haben wir in den alsbald zu betrachtenden Vater'schen Körperchen anzunehmen; so verhält es sich auch mit der Ausbildung der motorischen Nervenendplatten in den Muskeln, der Geschmacksknospen im Epithel. Ohne das Zutreten der Nervenfasern bleiben alle diese Gebilde aus. Die Bindesubstanz und das Epithel haben in allen diesen Fällen mit dem neuen Element bei ihrem weiteren Wachsthum zu rechnen, indem sich der neue Ankömmling wie ein Fremdkörper oder gleich einem Krystallisationskern verhält. Ob die Endigungen der Axencylinderzweige des Tastkörperchens zu Knöpfchen auswachsen oder zu kleinen, zwischen den Kolbenzellen gelegenen Scheiben, ist noch nicht völlig sicher gestellt, doch ist das letztere wahrscheinlicher. So sehen wir höchst zweckmässige Druckapparate zu Stande gebracht, welche vorzüglich dazu geeignet sind, durch verschieden starken Druck die Tastscheiben in verschieden starke Erregung zu versetzen.

Für die bindegewebige Natur der Kolbenzellen hat sich kürzlich auch Schwalbe ausgesprochen, vertheidigt dagegen eine andere Auffassung vom Bau der Tastkörperchen, nach welcher letztere den Vater'schen Körperchen näher stehen. Hierüber s. unten bei letzteren.

Sehr gewinnbringend für die Beurtheilung der Tastkörperchen erwies sich neben der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung die Entdeckung weit einfacherer terminaler Körperchen, welche von Grandry in der Schnabelhaut und in der Zunge der Lamellirostres, zuerst der Gans und der Ente, aufgefunden worden sind. Die Grandry'schen Körperchen (Zellenendkolben, Key und Retzius Fig. 385), 67 μ lang, 45 μ breit, liegen im Bindegewebe der genannten Organe, nahe dem deckenden Epithel. Sie stellen kugelige, mit einer perineuralen Hülle versehene Gebilde dar, welche meist aus zwei halbkugeligen, blasigen, hellen Zellen den Deckzellen, bestehen, die mit ihren planen, einander zugewendeten Flächen das scheibenförmig verbreiterte Ende des Axencylinders der zutretenden markhaltigen Nervenfaser zwischen sich fassen. So liegt die Tastscheibe in zugleich geschützter und wirksamer Anordnung wie zwischen zwei Puffern. Die Tastscheibe (Endscheibe) entspricht den Endknöpfchen

Fig. 385.

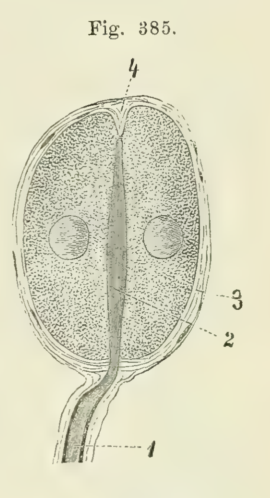


Fig. 385. Grandry'sches Körperchen (Zellenendkolben) aus der Entenzunge. (Nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure nach Key und Retzius). $^{500}/_{1}$.

1, Eintretende markhaltige Nervenfaser. 2, Endscheibe der Nervenfaser. 3, Hülle des Körperchens mit Kernen, bei 4 mit einspringendem Scheibenring. Die Endscheibe der Nervenfaser ist jederseits von einer grossen, mit rundem Kern versehenen Zelle bedeckt.

anderer Terminalkörperchen. Sie hat nicht ganz die Ausdehnung der Pufferzellen, sondern lässt zwischen letzteren einen ringförmigen Saum frei, welcher von einem ringförmigen Fortsatz der Perineuralhülle, dem Scheibenring von Hesse, eingenommen wird. Wie die Kolbenzellen der Tastkörperchen, so sind auch die Deckzellen und mit ihnen die Tastscheibe parallel zur Oberfläche gelagert. Nach Merkel entsendet die Tastscheibe jederseits in die anliegende Deckplatte feine radiäre Ausläufer, welche als die eigentlichen Enden der Terminalfaser aufzufassen wären. Näher jedoch liegt es und darf als richtiger gelten, die betreffende, in Fig. 385 nicht angegebene Anordnung als Ausdruck des Baues des Protoplasma der Deckzellen zu betrachten, welches parallel zur Druckrichtung stäbchenförmig gegliedert erscheint und auch gebogene Linien erkennen lässt. Hiernach würde die Endigung als eine intercelluläre zu betrachten sein. Nicht alle Grandry'schen Körperchen bestehen aus nur zwei Deckzellen; es gibt auch solche von drei und mehr Deckzellen, Tastkolben genannt, welche gleich Uebergangsstufen in Tastkörperchen erscheinen. Ob bei den mehrfach geschichteten Grandry'schen Körperchen je eine Tastscheibe zwischen zwei Deckzellen liegt, ist indessen noch nicht ganz sichergestellt, wenn es auch als wahrscheinlich bezeichnet werden darf. Was die histologische Bedeutung der Deckzellen betrifft, so konnte ihre eigenthümliche Beschaffenheit daran denken lassen, dass man es in ihnen mit Ganglienzellen zu thun habe. Andrerseits hat man auch daran gedacht, es seien abgeschnürte, aus dem Epithel ausgetretene Epithelzellen [Izquierdo]. Weder für die eine, noch für die andere Ansicht vermögen wir uns auszusprechen, sondern halten dafür, dass man es in ihnen mit nichts anderem zu thun habe, als mit grossen, blasig gewordenen

Bindesubstanzzellen, die zu dieser Beschaffenheit gelangt sind durch den Einfluss der zutretenden Nervenfaser, in Folge dessen die Bindezellen reichlicher ernährt wurden und zu den Gebilden anschwollen, als welche wir sie gegenwärtig vor uns erblicken. Ein Austritt des Epithels in die Umgebung findet zu keiner Zeit statt, und können nur etwa schräg getroffene Epithelgrenzen die Annahme eines Austrittes entstehen lassen. Ich habe jederzeit die untere Epithelgrenze glatt gegen das Bindegewebe abschliessend gefunden.

Tastkörperchenähnliche Gebilde kommen auch den Batrachiern zu, wo sie von Leydig zuerst in den Papillen der Daumenwarze männlicher Frösche aufgefunden worden sind. Man nennt sie darum Leydig'sche Körperchen. Ob ihnen entsprechende Gebilde, wie wahrscheinlich ist, auch in der übrigen Froschhaut vorkommen, ist noch nicht ganz sichergestellt, wenn auch ähnliche Zellenhaufen weit verbreitet gefunden wurden [Merkel].

b) **Die Vater'schen oder Pacini'schen Körperchen** (Corpuscula Vateri s. Pacinii).

Die Vater'schen Körperchen, im Jahre 1741 von A. Vater entdeckt, 1824 von Pacini wiedergefunden, sind die grössten Formen der Terminalkörperchen. Sie haben ellipsoide Gestalt und stehen an einem der Pole mit einer Nervenfaser und ihren Scheiden in Verbindung. So sitzen sie wie Beeren an einem Stiel, ein Verhalten, das auch für die übrigen Terminalkörperchen zutrifft. Im frischen Zustand mit freiem Auge betrachtet sind sie in ihren äusseren Theilen durchscheinend; der Axentheil wird von einem weissen Längsstreifen eingenommen, der bis in die Nähe des freien Pols vordringt. Die grösseren Vater'schen Körperchen haben eine Länge von 2 bis 3, eine Dicke von 1 bis 2 mm; die kleinsten sind nur 0,2 bis 0,8 mm lang.

Ihre Verbreitung im Körper ist eine sehr weite, ihre Anzahl eine beträchtlich grosse. Die zahlreichen Fundorte lassen sich leicht in oberflächlich gelegene und tiefgelegene sondern.

Fig. 386.



Fig 386. Nerven der Volarfläche des Zeigefingers mit Vater'schen Körperchen.

a, Stämme; b, seitliche, c, End-Zweige der Digitalnerven; d, d, d, Vater'sche Körperchen; 1, erste, 2, zweite, 3, dritte Phalanx.

1) Die oberflächlich gelegenen nehmen das Unterhautbindegewebe ein und finden sich im Gebiet der volaren Finger- und Zehennerven (Fig. 386), sowie an den Nerven des Handtellers und der Fusssohle. Nach Henle kommen an der ganzen Hand 150 bis 350, nach Herbst gegen 608 Vater'sche Körperchen vor. Sie fehlen aber auch dem Hand- und Fussrücken nicht, wenngleich sie hier nur spärlich vorkommen, finden sich an den Hautnerven des Armes und Halses, an den Nerven der männlichen Brustwarze (4—5, W. Krause), unter der weiblichen Brustdrüse [Langer], an dem N. dorsalis plenis et clitoridis, an den Labia majora, dem Mons Veneris; an den vier zuletzt genannten Orten in beträchtlicher Zahl [Schweigger-Seidel, Rauber]; im Funiculus spermaticus, ausserhalb der Tunica cremasterica desselben [Rauber].

2) Die tiefgelegenen Vater'schen Körperchen finden sich an den verschiedenartigsten Stellen vor. Von ihnen ist ein reichhaltiges Stratum als ein mehr einheitliches Ganzes herauszuheben, das arthro-periostale, mit dem fascialen und intermuscularen, welches an Zahl der in ihm vorhandenen Körperchen dem subcutanen Stratum nichts nachgibt und mehrere Tausende derselben enthält [Rauber]. Schon Cruveilhier und Henle mit Kölliker hatten einzelne Erfahrungen von dem Vorkommen Vater'cher Körperchen an Gelenknerven einerseits, an Knochennerven andrerseits, so am Knochennerv der Tibia [Kölliker]. Im arthroperiostalen, fascialen und intermuscularen Stratum sind die Vater'schen Körperchen durchschnittlich kleiner als im subcutanen Stratum. Ihr Sitz ist theils im Periost, theils in und an den fibrösen Kapseln der Gelenke sowie an den Bändern; endlich in den fibrösen Hüllen und Scheidewänden der Muskeln, hie und da selbst im Muskelfleisch. An den Gelenkkapseln finden sie sich besonders häufig an den Beugeseiten, wo sie von fetthaltigem Bindegewebe umgeben sind. Was Bänder anbetrifft, so sind bevorzugte Orte ihres Vorkommens die Zwischenknochenbänder des Unterarms und Unterschenkels; an denselben Gliedmassentheilen finden sich am zahlreichsten die periostal gelagerten, d. i. die an den Periostnerven des Radius und der Ulna, der Tibia und Fibula vorkommenden. An der Ellenbeuge fanden sich 96 derselben; häufig sind sie auch an den Gelenken der Finger und Zehen, spärlicher am Hüft- und Schultergelenk. An den Gelenken der oberen Extremität zeigten sich 530, an derjenigen der unteren 317 Vater'sche Körperchen [Rauber]. Ihre Lage nöthigt zu der Annahme, dass durch den bei der Muskelthätigkeit und Gelenkbewegung auf sie ausgeübten Druck eine Bewegungsempfindung, besser überhaupt eine Empfindung hervorgerufen werden kann, die als Bewegungsempfindung u. s. w. ausgelegt wird.

3) Zu den tiefgelegenen Vater'schen Körperchen gehört endlich noch eine ganze Reihe zerstreuter Fundplätze. Hieher gehört a) das Gebiet des Plexus coeliacus, wo sie besonders an Zweigen des Plexus lienalis und mesentericus superior, am zahlreichsten in dem hinter dem Pankreas befindlichen Bindegewebe vorhanden sind (Genersich); hier zeigten sich in der Regel 30 – 40, in manchen Fällen 100 und mehr. Seit langer Zeit sind die entsprechenden Vater'schen Körperchen im Mesenterium der Katze bekannt [Lacauchie, Henle und Kölliker]; auch im Pankreas der Katze und im Mesocolon des Kaninchens sind sie beobachtet worden; b) am N. phrenicus während seines Verlaufs zwischen der Pleura und dem Pericardium [Rauber]; c) am N. infraorbitalis [Hyrtl]; an Intercostalnerven [Cruveilhier]; d) am N. pudendus communis [Kölliker]; e) an den Corpora cavernosa penis [Klein]; f) an der Prostata; g) in der Umgebung der Glandula coccygea, h) an der Arteria femoralis [W. Krause].

Betrachten wir den Bau eines Vater'schen Körperchens, so besteht dasselbe (Fig. 387) 1) aus der zutretenden Nervenfaser; 2) aus dem Innenkolben; 3) aus einer Gruppe bindegewebiger Kapseln oder Lamellen. Der Stiel des Vater'schen Körperchens besteht aus der in das Körperchen eintretenden markhaltigen Nervenfaser nebst deren Hüllen. Die markhaltige Nervenfaser besitzt eine Schwann'sche und eine Fibrillenscheide (s. oben S. 636); dazu kommt noch das Perineurium des Nervenstämmchens, aus dem der Stiel entspringt. Das Perineurium des Stiels besteht aus einer wechselnden Anzahl perineuraler

Fig. 387

Fig. 387. Vater'sches oder Pacini'sches Körperchen aus dem Mesenterium der Katze [45]/1.

1, eintretende markhaltige Nervenfaser; 2, ihr Perineurium; 3, Uebergang der markhaltigen Nervenfaser in den blassen Axencylinder 4; 5, Endknopf; 6, Innenkolben; 7, innere, 8, äussere Kapsel-Linien; 9, Ligamentum interlamellare.

Häutchen. Aus einer allmählichen Entfaltung der letzteren und Aufnahme von Flüssigkeit gehen in besonderer Weise die einzelnen Kapseln oder Lamellen des Körperchens hervor. So setzt sich der Stiel an Dicke abnehmend bis zum Innenkolben fort (Fig. 387, von Strich 2 bis 3); man nennt diesen Theil Stielfortsatz, Funiculus. Kapseln oder Lamellen (den Aussenkolben bildend) zählt man an grossen Körperchen bis zu 60. Die inneren Lamellen liegen einander näher, die äusseren entfernter. In der Regel sind die Abstände überhaupt klein, können aber bei hydropischen Zuständen der Körperchen so bedeutend werden, dass schon das freie Auge sie erkennen kann. Ueber den Bau der Kapseln haben die Untersuchungen von Key und Retzius Aufklärung gegeben. Hiernach wird die Grundlage des gesammten Aussenkolbens gebildet durch gequollene Perineurallamellen; eine solche gequollene Lamelle zeigt uns Fig. 388 1; eine zweite solche Perineurallamelle legt sich ihr links an: so entstehen die früher sogenannten Kapseln oder Lamellen und die sogenannten Intercapsularräume des Körperchens. Die Kapseln sind vielmehr Kapsellinien zu nennen [Key und Retzius]; sie bestehen je aus zwei aneinanderliegenden Grenzhäutchen der gequollenen Perineurallamellen und fassen einen feinen, durch geeignete Mittel leicht erweiterbaren Spaltraum (2) zwischen sich. Beide ent-

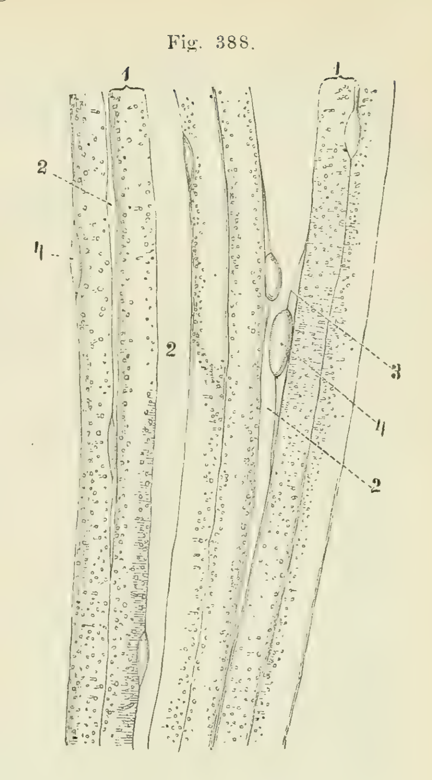


Fig. 388. Kapseln eines Pacini'schen Körperchens vom Menschen im optischen Längsschnitt. (Nach Key und Retzius).

1, Kapsel mit optischen Querschnitten intracapsulärer Fibrillen; 2, 2, Spalträume zwischen zwei Kapseln, also innerhalb einer Kapsellinie; 3, Endothelhäutchen; 4, 4, deren Kerne.

halten Kerne, die dem endothelialen Grenzhäutchen angehören (4). Nach Key und Retzius verdient die gequollene Perineurallamelle den Namen Kapsel oder Lamelle (Fig. 388, 1). Der früher sogenannte Intercapsularraum wird dadurch natürlich zum Kapselraum (von der Klammer bei 1 umspannt); Intercapsularraum ist nunmehr der feine Spalt bei 2. Der Kapselraum (1) enthält nicht bloss Flüssigkeit, sondern viele circulär und auch längs verlaufende Bindegewebsfibrillen, zu welchen vereinzelte elastische Fasern hinzutreten. Die Zwischensubstanz, in welche die Fasern eingelagert sind, stellt eine sehr wasserreiche, eiweisshaltige Kittsubstanz dar, welche durch Anstich entleert werden kann, sodass das Körperchen zusammenfällt. So haben wir also nebst den begrenzenden Endothelhäutchen alle Bestandtheile des Perineuralhäutchens vor uns. Schon vor Jahren hat Hoyer durch Silberbehandlung der Vater'schen Körperchen die Zellengrenzen der Endothelhäutchen sichtbar gemacht.

Der Innenkolben (Fig. 387, 6) beginnt mit dem Ende des Stielfortsatzes, durchläuft meist in gerader Richtung das Körperchen, oder ist am peripheren Ende umgebogen; er kann sich auch in zwei oder drei Arme theilen. Das periphere Ende des Innenkolbens ist abgerundet. Häufig geht von diesem Ende ein an den Stielfortsatz erinnernder Strang aus, welcher bis zum freien Pol des Körperchens verschmächtigt vordringen kann oder schon früher endigt (Ligamentum interlamellare, Fig. 387, 9).

Der Innenkolben, die Fortsetzung der umgewandelten Fibrillen- und Schwann'schen Scheide darstellend, besteht aus einer in den äusseren Schichten längsstreifigen, eiweissreichen Substanz, in welcher periphere, längsgestellte Kerne sichtbar sind. Auf Querschnitten treten jene Längsstreifen als concentrische Linien zu Tage, die indessen nur den halben Umfang durchziehen. Die Enden des einen Systems von Halbkreisen treffen mit denjenigen des anderen Systems in einer Art Nahtlinie [Raphe, Merkel] zusammen. Der Bau des Innenkolbens ist demnach ein geschichteter und geht diese Schichtung von dem Bindegewebe aus, dessen Kerne bereits erwähnt worden sind. Goldchlorid und Osmiumsäure färben den Innenkolben dunkel; von der collagenen Substanz des Bindegewebes ist die Substanz des Innenkolbens wesentlich unterschieden; sie erinnert mehr an die Beschaffenheit des Protoplasma.

Der Innenkolben beherbergt die Terminalfaser. Letztere ist marklos, besteht aus einem abgeplatteten, bandförmigen Axencylinder und endigt in der Nähe des peripheren Innenkolbenpols mit einem Knöpfchen, Endknopf (Fig. 387, 5). Die Markscheide der Nervenfaser verliert sich mit dem Eintritt in den Innenkolben; in seltenen Fällen bleibt sie auch im Innenkolben streckenweise vorhanden. Der Terminalfaden zeigt feine Längsstreifung, welche seine Zusammensetzung aus Primitivfibrillen andeutet. Der Endknopf ist fein granulirt, enthält aber keinen Kern. Die Fibrillen strahlen in die feinkörnige Substanz des Endknopfs aus und endigen hier vielleicht mit kleinen Endknöpfchen [W. Krause], deren Summe den Endknopf ausmacht. Häufig theilt sich der Terminalfaden innerhalb des Innenkolbens, und jeder Theilast läuft in einen Endknopf aus.

Der Stiel enthält in der Regel auch eine feine Arterie, welche zwischen den Lamellen in ein Capillarnetz übergeht; auch am anderen Pol kann eine Capillarschlinge eindringen. Der Innenkolben ist stets gefässlos. Die Lymphbahnen der Vater'schen Körperchen werden durch die feinen Spalträume zwischen den Perineurallamellen, nicht aber durch die Kapselräume von Key und Retzius dargestellt.

Die Vater'schen Körperchen sind beim Menschen schon im vierten Fötalmonat nachweisbar und erscheinen hier als kleine längliche Haufen von Bindegewebszellen, deren äussere Lagen eine concentrische Schichtung wahrnehmen lassen. Sie stehen mit einer noch marklosen Nervenfaser in Zusammenhang. Am besten eignen sich zur Wahrnehmung derselben Längsschnitte fötaler Finger. Die Nervenfaser wächst nicht in das Körperchen hinein, sondern das Körperchen bildet sich um das periphere Ende der Nervenfaser. Aehnliche Zellenhaufen sind schon von Pappenheim, Gerlach u. A. als Anlage der Körperchen gedeutet worden.

Von Varietäten der Vater'schen Körperchen sind zu erwähnen Zwillings- und Drillingskörperchen, in welchen die Aussenkolben von zwei oder drei Körperchen miteinander in Verbindung stehen; ferner rosenkranzförmig verbundene Körperchen; die Terminalfaser tritt aus einem Körperchen aus, wird wieder markhaltig und dringt in ein zweites Körperchen ein; selbst ein drittes Körperchen kann noch folgen.

Vater'sche Körperchen kommen auch den Säugethieren in weiter Verbreitung zu, wovon bereits oben kurz die Rede war. Ihr Bau kann dabei einige Modificationen erfahren. Bei den Vögeln sind sie von Herbst entdeckt worden und heissen darum Herbst'sche Körperchen; ihr Bau ist besonders bezüglich des Aussenkolbens ein abweichender. Eine Modification derselben, die Key-Retzius'schen Körperchen, enthält der Schnabel der Enten, Gänse u. s. w. Sie liegen ebenfalls im Bindegewebe und sind dieselben mit den Grandry'schen Körperchen nicht zu verwechseln.

Vergleicht man die Vater'schen Körperchen der Säuger und des Menschen mit den Meissner'schen Tastkörperchen, so scheinen beide in ihrem Bau sehr weit von einander abzustehen. Einen vermittelnden Standpunkt nimmt indessen Schwalbe ein, insofern dieser Forscher auch den Innenkolben der Tastkörperchen aus einem sich in die Länge streckenden Gebilde hervorgehen lässt, welches dem Innenkolben der Vater'schen Körperchen wesentlich entspricht. Statt aber ausgestreckt zu werden, legte sich der Innenkolben der Tastkörperchen

in enge Spiralen zusammen, so dass hieraus die Form des Tastkörperchens hervorging. Zum Beweise dienen Schwalbe die hellen Räume, welche die Bahnen der Terminalfasern im ganzen Körperchen begleiten und eben als gewundener Innenkolbenraum gedeutet werden. Es ist zur Zeit schwer, hierüber eine sichere Entscheidung abzugeben.

Mit den Vater'schen Körperchen verwandt sind die hier bloss der Vergleichung wegen zu betrachtenden

Gelenknervenkörperchen.

Von mir als kleine und modificirte Formen Vater'scher Körperchen beschrieben und abgebildet, wurden sie in der Folge von W. Krause genauer untersucht und Gelenknervenkörperchen genannt. Ihr Vorkommen ist an den Gelenken der Hand und des Fusses ein sehr reichliches und haftet dasselbe vor Allem an der Subsynovialis der Kapsel, wenngleich sie auch zwischen den Bündeln fibröser Kapseln zerstreut gefunden werden. Aus diesem Grunde ist der Name Synovialkörperchen um so eher zu rechtfertigen, als auch die Vater'schen Körperchen Gelenknervenkörperchen darstellen. Sie bestehen aus einer fibrösen, kernhaltigen Hülle, mit einem Innenkolben, welcher nach Essigsäurezusatz zahlreiche, in eigenthümliche Figuren zusammengelegte Bindegewebskerne erkennen lässt. In das Körperchen tritt eine oder treten mehrere Nervenfasern ein, um darin wahrscheinlich knopfförmig zu endigen. Bis zum Eintritt in das Körperchen behält die zutretende Nervenfaser ihre Markscheide. Besonders leicht zugänglich sind die Körperchen (nach Krause) in der Kniegelenkkapsel des Kaninchens an der hinteren Fläche des Condylus medialis ossis femoris. Sie sehen bis zu einem gewissen Grade frühen Entwicklungsformen Vater'schen Körperchen ähnlich und können insoweit als auf früher Entwicklungsstufe stehen gebliebene, nicht weiter entwickelte Vater'sche Körperchen gedeutet werden. In den Gelenkkapseln der Vögel bilden Herbst'sche Körperchen von mittlerer bis zu minimaler Grösse die einzige Form von Terminalkörperchen.

c) Die Endkolben.

Die von W. Krause entdeckten Endkolben, die kleinsten der Terminalkörperchen des Menschen, kommen nur selten in der eigentlichen Haut, sondern meist in den angrenzenden Schleimhäuten vor, wie in der Conjunctiva, in der Regio respiratoria der Nasenschleimhaut, in der Schleimhaut der Mundhöhle, besonders in den Zungenpapillen, in der Haut der Lippen, in der Schleimhaut der Epiglottis, der Pars analis recti, der Glans penis und clitoridis. Sie gehören nicht dem Unterhautbindegewebe (submukösen) Gewebe, sondern den oberflächlichen Bindegewebsschichten der Schleimhaut an und stimmen hierin mit den Tastkörperchen der Haut überein. Bei vielen Säugethieren sind sie ausser den schon genannten Stellen auch in der äusseren Haut gefunden worden, so in der Haut der Volarfläche der Zehen (Meerschweinchen, Maus, Katze u. s. w.), an Orten also, die beim Menschen Tastkörperchen tragen. Indessen kennt man Endkolben auch in der Rumpfhaut der Maus und Ratte, des Kaninchens und Wiesels; ferner kommen Endkolben auch in der behaarten Kopfhaut des Menschen, zwischen den Haarbälgen vor. Am besten studiert sind diejenigen der Conjunctiva bulbi, an deren Cornealrand sie am häufigsten vertreten sind. Durchschnittlich trifft auf 2,5 qmm Conjunctiva ein Endkolben; in manchen Fällen ist die

Ausstattung jedoch eine weit reichere. An diesen, bezüglich des feineren Baues vielfach noch der Untersuchung bedürftigen Körperchen haben wir eine kernhaltige Hülle, einen mit mehr oder weniger spärlichen Kernen ausgestatteten Innenkolben, und die Terminalfaser mit ihrem geknöpften Ende zu unterscheiden. Die Endkolben des Menschen sind rund oder annähernd rund, ähnlich diejenigen der Affen; ihr Durchmesser beträgt 22 bis 98 μ; die der übrigen Säuger sind meist von ansehnlicher Länge. Die zutretende Nervenfaser kann einfach oder mehrfach sein; auch Theilungen der Nervenfasern sind vielfach beobachtet. Die markhaltige Nervenfaser tritt entweder blass geworden in das Körperchen ein, oder die Markscheide bleibt erhalten, und es findet eine mehr oder weniger starke Aufknäuelung der Faser im Endkolben statt, welche ein letztes Ende oft gar nicht mehr erkennen lässt. Die Knäuelbildung kann auch von dem marklos gewordenen Axencylinder und seinen Aesten fortgesetzt werden. Durch diese Aufrollung der Terminalfaser erinnern die Endkolben wiederum an die Tastkörperchen, wie sie denn insbesondere von Merkel den Tastkörperchen nahe gestellt werden. Das Princip der Aufrollung und Astbildung ist erkennbarer Weise das, die Terminalfaser zu einer grösseren Oberfläche zu entfalten. Eine Orientirung über zwei sehr verschiedene Fälle geben die Figuren 389 und 390.

Fig. 389. Fig. 390.

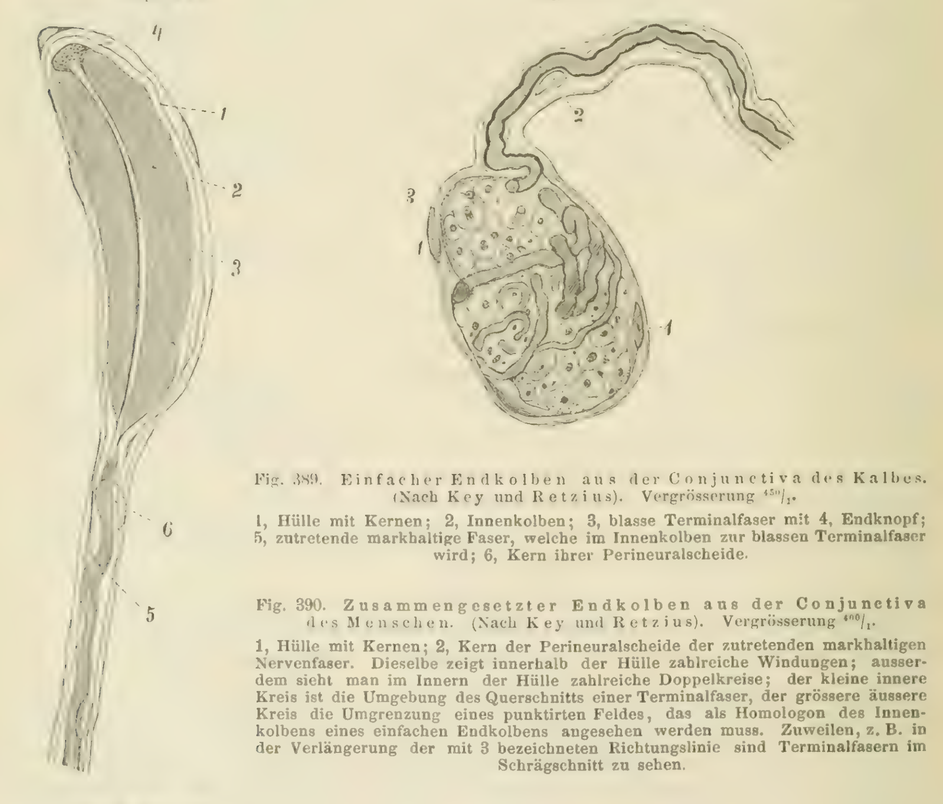


Fig. 389. Einfacher Endkolben aus der Conjunctiva des Kalbes. (Nach Key und Retzius). Vergrösserung $^{450}/_{1}$.

1, Hülle mit Kernen; 2, Innenkolben; 3, blasse Terminalfaser mit 4, Endknopf; 5, zutretende markhaltige Faser, welche im Innenkolben zur blassen Terminalfaser wird; 6, Kern ihrer Perineuralscheide.

Fig. 390. Zusammengesetzter Endkolben aus der Conjunctiva des Menschen. (Nach Key und Retzius). Vergrösserung $^{400}/_{1}$.

1, Hülle mit Kernen; 2, Kern der Perineuralscheide der zutretenden markhaltigen Nervenfaser. Dieselbe zeigt innerhalb der Hülle zahlreiche Windungen; ausserdem sieht man im Innern der Hülle zahlreiche Doppelkreise; der kleine innere Kreis ist die Umgebung des Querschnitts einer Terminalfaser, der grössere äussere Kreis die Umgrenzung eines punktirten Feldes, das als Homologon des Innenkolbens eines einfachen Endkolbens angesehen werden muss. Zuweilen, z. B. in der Verlängerung der mit 3 bezeichneten Richtungslinie sind Terminalfasern im Schrägschnitt zu sehen.

d) Endkapseln.

Als solche beschreibt W. Krause Terminalkörperchen, welche Uebergangsformen zwischen cylindrischen Endkolben und Vater'schen Körperchen dar-

stellen. Sie unterscheiden sich von den Endkolben durch zahlreichere concentrische Hüllmembranen. Von kleinsten Vater'schen Körperchen lassen sie sich aber kaum unterscheiden und stellen daher nur eine kleingestaltete Modification der letzteren dar. Sie sind in der Dura mater des Hiatus canalis facialis (neben dem Ganglion geniculi), in der Schnauze des Maulwurfs, in der Backendrüse und dem Penis des Igels, sowie in der Zunge des Elephanten beschrieben worden.

e) Genitalnervenkörperchen.

Die von W. Krause als Genitalnervenkörperchen (Wollustkörperchen, Genital-Endkolben) beschriebenen Terminalgebilde vereinigen Eigenschaften der Endkolben, Vater'schen Körperchen und Tastkörperchen in sich und werden von Merkel geradezu als Tastkörperchen erklärt, während Key und Retzius sie als Endkolben bezeichnen. Besonders reichlich sind sie in der Clitoris und Glans penis und erstrecken ihre Ausbreitung von der Papillenbasis bis in die Submucosa. Bei den Säugethieren ist ihr Bau wieder etwas einfacher als beim Menschen, so z. B. beim Kaninchen, welches cylindrische, auch geschlängelte Formen besitzt (0,3 mm Länge, 0,072 mm Breite). Die Hülle ist geschichtet und kann bis acht concentrische Endothelhäutchen zeigen. Nun folgt eine Schicht grosser, flacher, häufig quer gestellter Kerne, wie sie auch in den Vater'schen Körperchen dieses Thieres vorkommt. Der Innenkolben ist deutlich längsgestreift und enthält die knopfförmig endigende blasse, platte Terminalfaser. Das periphere Ende der Körperchen kann sich theilen; Innenkolben und Terminalfaser machen alsdann diese Theilung mit. Beim Menschen sind die Körperchen kugelig oder ellipsoid, von 0,15 bis 0,2 mm. grossem Durchmesser. Einschnürungen, die von der Oberfläche ausgehen, können die Form mannichfach beeinflussen und bohnen-, kleeblatt-, maulbeerförmige Körperchen hervorbringen. Das ganze Gebilde wird von einer kernreichen Perineuralhülle umgeben, welche Vorsprünge gegen die Einkerbungen aussendet. Der Innenkolben ist feinkörnig und besitzt periphere Kerne. Ein bis vier markhaltige Nervenfasern treten zu dem Körperchen hin und dringen in dasselbe ein, indem sie das Mark verlieren. Im Innern theilen sich die Terminalfasern und bieten vielfache Verschlingungen dar. Das eigentliche Ende ist mit Terminalknötchen versehen.

Rückblick.

Eine Zusammenfassung ergibt, dass in der Haut des Menschen und der höheren Wirbelthiere eine celluläre Endigung von Nervenfasern, in Sinnesepithelien also, in keinem einzigen Fall mit Sicherheit behauptet werden kann. Die Nervenendigung ist entweder interepithelial, sei es mit Endknöpfchen, sei es mit freiem Auslaufen der Axencylinderenden, oder sie ist interdesmal, im Bindegewebe und zwischen den Bestandtheilen desselben gelegen, welches besondere Aufnahmeapparate, Terminalkörperchen für die Endfasern bildet. Die interepitheliale Endigung ist um so auffallender, als bei den niederen Wirbelthieren eine celluläre Endigung im Neuro-Epithel die Regel bildet.

Fragt man nach den Functionen der betrachteten Gebilde in der Haut, so liegt es am nächsten, alle interdesmalen Endigungen sowohl von der Vermittelung der Berührungs-, als auch der Wärmeempfindung auszuschliessen, theils ihrer

tiefen Lage, theils ihrer örtlichen Verbreitung wegen. Sie werden dagegen vorzüglich geeignet sein zur Aufnahme stärkerer Druckreize. Umgekehrt wird die Berührungsempfindung und Wärmeempfindung nur schwer durch die interdesmalen Apparate vermittelt werden können, leicht dagegen durch die interepithelialen. Dass die gleichen Nervenfasern dazu bestimmt seien, Temperatur- und Berührungserregungen aufzunehmen, ist nicht wahrscheinlich; wohl aber kann die Endigungsweise für beide Nervenfaserarten eine und dieselbe, in der Keimschicht des Epithels aufsteigende sein. Für Temperatur- und Berührungsempfindung würden ebenso verschiedene Theile des Centralorgans als Endstationen anzunehmen sein. Die Wahrscheinlichkeit, dass die interepitheliale Nervenendigung Temperaturreize aufzunehmen bestimmt ist, wird erhöht durch den Umstand, dass die Epidermis nur ein sehr geringes Wärmetransmissionsvermögen besitzt. Man kann diese ihre Eigenschaft messend bestimmen, indem für diesen Zweck abgelöste Stücke Epidermis verwendet werden. Ich bediente mich zu Versuchen dieser Art der in verdünntem Weingeist abgelösten Epidermis der Hand und des Fusses, wie sie leicht in anatomischen Theatern gewonnen werden kann. Es lässt sich sowohl die ventrale als dorsale Epidermis verwenden, letztere als dünne, erstere als dicke Membran. Die Dicken der gebrauchten Theile lassen sich leicht messen. Sie wurden theils trocken, theils nach vorheriger Aufbewahrung in Wasser und genügender Abtrocknung in passenden Stückchen der Wirkung des thermo-elektrischen Apparates von Melloni ausgesetzt. Es ergab sich, dass die Diathermansie der Epidermis nur eine sehr geringe ist und dass letztere in ihrer geringen Durchlässigkeit für Wärmestrahlen zu den am tiefsten stehenden Körpern gehört. Irgend dickere Epidermis verhindert den Durchtritt ganz und gar. Der Engländer J. S. Lombard hat vor einigen Jahren Versuche gemacht über die Fähigkeit der ganzen Haut für Wärmeleitung, und sie geringer gefunden als bei Knochen und Hirn; es ist jedoch nothwendig, allein mit der Epidermis, allein mit der Lederhaut zu operiren. Wenn nun die Epidermis so geringe Durchlässigkeit für Wärmestrahlen besitzt, wie oben angegeben, wie sollten Nervenendigungen zu ihrer Aufnahme geeignet erscheinen können, die unterhalb der Epidermis, in der Lederhaut liegen?

II. Das Geruchsorgan. Organon olfactus.

Das Geruchsorgan, oder die Nase im weiteren Sinn, Nasus, hat seine Lage über der Mundhöhle, vor dem Gewölbe des Schlundkopfs und zwischen den Augenhöhlen, reicht von der äusseren Nase bis zum oberen Theil des Schlundkopfs und dehnt sich beiderseits unter die Augenhöhlen, nach oben in die Stirnwand, nach hinten in die Schädelbasis aus. Es besteht aus der äusseren und inneren Nase.

A. Die äussere Nase.

Die äussere Nase, Nasus externus, besteht 1) aus der äusseren Haut, 2) aus einer Fortsetzung der äusseren Haut, welche sich durch die Nasenlöcher in die Nasenhöhlen hinein erstreckt, 3) aus Muskeln, 4) aus einem, theils aus Knorpel, theils aus Knochen zusammengesetzten Gerüst.

Der aus diesen Theilen gebildete Vorsprung der Gesichtsfläche des Kopfes lässt, so wechselnd seine Gestalt bei verschiedenen Individuen auch erscheint,

die Grundform einer unregelmässigen dreiseitigen Pyramide leicht erkennen. Drei ihrer Flächen, nämlich die beiden seitlichen und die untere, von den Nasenlöchern durchbohrte Fläche, sind frei; mit der Grundfläche, welche die Gestalt eines gleichschenkeligen Dreiecks besitzt, wurzelt die äussere Nase im Gesicht. Die beiden seitlichen Flächen convergiren nach der Medianebene und stossen hier in einer abgerundeten Kante zusammen, dem Nasenrücken, *Dorsum nasi.* Das obere Ende desselben, die Verbindung der Nase mit der Stirn, heisst Nasenwurzel, Radix nasi. Das untere Ende des Nasenrückens stösst mit der unteren Nasenfläche in der Nasenspitze, *Apex nasi,* zusammen. Der untere Theil der Seitenflächen der Nase springt stärker vor und ist beweglich; er entspricht den Nasenflügeln, *Alae s. pinnae nasi.* Eine Furche, *Sulcus alaris s. pinnalis,* trennt den beweglichen vom unbeweglichen Theil der Seitenwand. Die untere Fläche der äusseren Nase, auch *Basis nasi* genannt, wird lateralwärts von den Nasenflügeln begrenzt. Der mediane Theil der unteren Fläche wird durch den untersten Theil der Nasenscheidewand, durch das *Septum mobile narium* dargestellt. Nasenflügel und Septum mobile begrenzen die beiden länglichrunden Nasenlöcher, *Nares s. Aperturae nasi externae.*

Die beiden Hälften der Nase sind in vielen Fällen nicht symmetrisch gebildet. Ueber die damit zusammenhängende häufige Schiefstellung handelt ausführlich Welcker. Wie er zeigt, genügt es nicht, bloss von einer Rechts- oder Linksabweichung der Nase zu sprechen, sondern es sind vier Hauptformen der asymmetrischen Nase zu unterscheiden. So gibt es skoliotische Nasen, die in ihrer oberen Hälfte nach der einen, in ihrer unteren Hälfte nach der anderen Seite abweichen. Die nicht-skoliotische Schiefnase kann im Ganzen entweder nach der rechten oder linken Seite abweichen.

1) Das Gerüste der Nase besteht aus dem knöchernen Theil (knöcherne Nase, *Pars ossea nasi*) und dem knorpeligen Theil (knorpelige Nase, *Pars cartilaginea nasi*). Da die knöcherne Nase bereits in der Osteologie betrachtet worden ist, haben wir uns hier nur mit der knorpeligen Nase zu beschäftigen.

Knorpel der Nase.

Das knorpelige Gerüst der Nase ist aus dem Hauptknorpel, den Flügelknorpeln und accessorischen Knorpeln zugesammengesetzt (Fig. 391, 392 und 393).

a) Der Hauptknorpel (medianer Nasenknorpel, Scheidewandknorpel) besteht aus einer verticalen, mediangestellten Knorpelplatte (Scheidewandknorpel, *Cartilago quadrangularis*), welcher die Nasenscheidewand vervollständigt, und aus zwei, am Nasenrücken aus ihm hervorgehenden Seitenplatten, den dreieckigen Knorpeln (*Cartilagines triangulares*).

α) Der Scheidewandknorpel, *Cartilago septi*, *Septum cartilagineum*, nach seiner Form auch Cartilago quadrangularis genannt, liegt in dem Winkel, welchen die Lamina perpendicularis des Siebbeins und der Vomer zwischen sich lassen. Der hintere obere Rand des Knorpels legt sich an die Lamina perpendicularis, der hintere untere in die Rinne des vorderen Theiles des Vomer und der Crista nasalis des Oberkieferbeins. Der vordere obere Rand wird anfangs von der Naht der Nasenbeine gedeckt und zieht darauf frei nach vornabwärts zu beiden Flügelknorpeln (Fig. 392, 4). Der vordere untere Rand

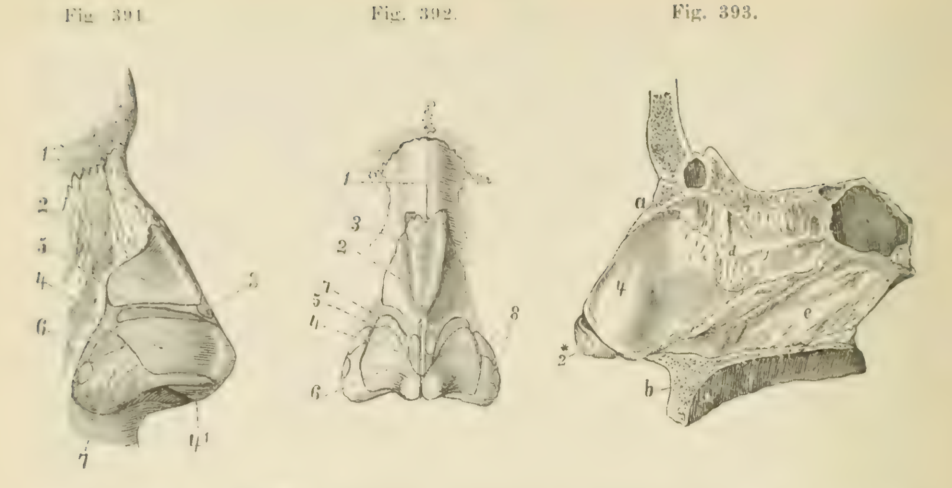


Fig. 391. Seitenansicht der Nasenknorpel.

1, Rechtes Nasenbein. 2, Seitenplatte (Cartilago triangularis) des Hauptknorpels der Nase. 3, Cartilago sesamoidea. 4, Nasenflügelknorpel (Cartilago alaris). 4¹, sein medialer Schenkel. 5, vom oberen Rande des Nasenflügelknorpels abgegliedertes Stück. 6, vom Nasenflügelknorpel abgegliederte Cartilagines quadratae. 7, nicht knorpeliger Nasenflügel.

Fig. 392. Vordere Ansicht der Nasenknorpel. $^3/_4$.

1, Nasenbeine. 2, Seitenplatte (Cartilago triangularis) des Hauptknorpels der Nase, mit dem der anderen Seite bei 3, eine dorsale Rinne bildend. 4, Scheidewandtheil (Cartilago septi) des Hauptknorpels. 5, Cartilago sesamoidea neben letzterem. 6, 7, Cartilago alaris. 8, davon abgegliederte Cartilagines quadratae.

Fig. 393. Scheidewand der Nase. (Nach Arnold). $^2/_3$.

a, Nasenbein. b, Oberkiefer. d, Lamina perpendicularis des Siebbeins. e, Vomer. 2*, medialer Schenkel der Cartilago alaris. 4, Septum cartilagineum.

grenzt an das Septum mobile und kann leicht betastet werden. Der vordere und obere Winkel sind annähernd rechte, der untere ist ein stumpfer, der hintere ein spitzer Winkel. Von letzterem aus erstreckt sich meist ein Fortsatz nach hinten und oben, der dem unteren Rand der Lamina perpendicularis folgt, andererseits vom Vomer aufgenommen wird, und bis zum Keilbein reichen kann: Processus sphenoidalis [Kölliker] s. vomero-ethmoidalis (s. Fig. 393).

Die Nasenscheidewand steht selten genau vertical, häufiger weicht sie nach rechts als nach links ab. Die Abweichungen können dem knorpeligen und knöchernen Theil angehören. Auch Vorsprünge, die von der Pars ossea ausgehen, sind nicht selten; so besonders ein von der Vomero-Ethmoidalnaht ausgehender Sporn, Processus calcarinus [Zuckerkandl], Processus lateralis [Welcker].

β) Die dreieckigen Knorpel, *Cartilagines triangulares* s. laterales (Fig. 391, 2; Fig. 392, 2) sind dreieckige, aus dem vorderen Rand des Scheidewandknorpels hervorgehende Platten, welche sich rückwärts krümmen, mit ihrem hinteren Rand dem oberen Theil der Incisura pyriformis der knöchernen Nase anlegen (Fig. 391), ja sich unter ihm etwas hinaufschieben. Der untere Rand (Fig. 391; Fig. 392) ist durch bindegewebige Faserzüge mit dem Flügelknorpel verbunden. Der vordere Rand geht in den Scheidewandknorpel bogenförmig über; nur der untere Abschnitt ist durch einen Schlitz von jenen getrennt.

b) Die Flügelknorpel, *Cartilagines alares* s. pinnales (Fig. 391, 4, 5, 6; Fig. 392, 6, 7, 8) bestehen aus zwei unter einem abgerundeten Winkel (Angulus

pinnalis) in einander übergehenden Schenkeln, die den grösseren vorderen Theil des Nasenlochs umgreifen und dadurch die Form des Nasenflügels bestimmen. Das Crus laterale zieht vom Oberkiefer aus unter anfänglicher Verbreiterung und darauf folgender Verschmälerung nach vorn zur Nasenspitze, biegt hier nach einwärts um und geht dadurch in das Crus mediale über. Dieses stellt eine schmale Knorpelspange dar, welche der inneren Begrenzung des Nasenlochs angehört. Sie verliert sich im Septum mobile s. Septum membranaceum, dessen knorpeligen Bestandtheil sie bildet. Der hintere Theil des lateralen Schenkels des Flügelknorpels ist an seinem oberen und unteren Rand stets mit mehr oder weniger tiefen Einkerbungen versehen, die selbst durchschneiden können. In diesem Fall entstehen die Cartilagines quadratae, gewöhnlich deren drei, die auch den Namen Cartilagines alares minores, s. minores posteriores besitzen (Fig. 391, 6).

c) Die accessorischen Knorpel. Sie zerfallen in constante und inconstante. Erstere werden gebildet von den Cartilagines sesamoideae s. epactiles, und den Jacobson'schen oder Pflugscharknorpeln.

Die Cartilagines sesamoideae (Sesamknorpel) oder epactiles (Schaltknorpel) sind zwei ovale Knorpelstückchen, von welchen jederseits eines neben dem vorderen Winkel des Septum cartilagineum gelegen ist (Fig. 392, 5).

Der Jacobson'sche oder Pflugscharknorpel, Vomer cartilagineus dexter et sinister [Huschke] liegt dicht über der Spina nasalis anterior inferior, hinter dem unteren Winkel des Septum cartilagineum, über dem Eingang zum Canalis incisivus, den er nach vorn überragt.

Als inconstante Nasenknorpel werden diejenigen bezeichnet, welche variable und unbeständige Theil- oder Begleitstücke der Nasenflügelknorpel darstellen; so die erwähnten Cartilagines quadratae. Auch Längsspangen können vom oberen Rand des Nasenflügelknorpels abgegliedert werden (Fig. 391, 5).

2) **Die Muskeln der Nase.** Sie sind in der Myologie beschrieben worden.

3) **Die äussere Haut der Nase.**

Auf dem knöchernen und knorpeligen Nasenrücken dünn und leicht verschiebbar, nimmt die Haut an den Nasenflügeln grössere Stärke an und ist zugleich straff an ihre Unterlage befestigt. In demselben Gebiet finden sich zahlreiche und grosse, schon beim Neugeborenen stark ausgebildete Talgdrüsen. Die Talgdrüsensinus nehmen in ihrer Wand kleine Haarbälge auf, so dass letztere als Anhänge der ersteren erscheinen. Die Unterhautschicht ist wenig fettreich.

4) Die Fortsetzung der äusseren Haut in die Auskleidung der Nasenhöhle ist im Zusammenhang mit der letzteren zu betrachten.

B. Die innere Nase.

Das eigentliche Organ des Geruchsinns ist ein durch besondere Beschaffenheit ausgezeichneter Theil derjenigen Schleimhaut, welche das umfängliche Höhlensystem der Nase auskleidet und zugleich mit ihm und den stützenden Wänden die innere Nase ausmacht. Die äussere Nase erscheint gegenüber der inneren nur als ein für letztere bestimmter, theilweise beweglicher Vorbau, wel-

cher die innere Nase deckt und schützt, den Strom der mit Gerüchen beladenen Luft nach den oberen und tieferen Theilen der Nasenhöhle führt, wo sich die Riechnerven ausbreiten, aber auch der Respirationsluft den Zu- und Ausgang vermittelt. Dieser Zugang kann durch Muskeln um etwas erweitert, dagegen nicht geschlossen werden.

Die Beschreibung der inneren Nase zerfällt nach dem Angegebenen 1) in die Beschreibung der Nasenhöhle und ihrer Nebenhöhlen und 2) in die Beschreibung der die Wände der Höhle bekleidenden Schleimhaut. Das von den Weichtheilen befreite Höhlensystem der Nase ist bereits in der Osteologie geschildert worden. Durch die Bedeckung der knöchernen und knorpeligen Wände des Höhlensystems mit der Schleimhaut erfährt zwar die Gesammtform keine wesentliche Veränderung; dennoch aber ist es nicht bloss eine an dieser Stelle ausgiebigere, an jener minder bedeutende Verkleinerung des Höhlensystems, welche durch die Gegenwart der Nasenschleimhaut gesetzt wird. So erzeugt die Schleimhaut einige eigene, nicht von festen Theilen gestützte Falten. Zuweilen geschieht dies an der inneren Fläche der oberen Muschel, an welcher eine, über eine Knochenvertiefung hinweggespannte Falte den Anschein einer vierten Muschel hervorbringt. Viel auffallender noch und ganz regelmässig erscheinen eigene Faltengebilde der Schleimhaut im Bereich der Oeffnungen, durch welche die Nebenhöhlen der Nase mit der Haupthöhle zusammenhängen. Diese Oeffnungen können sehr weitgehende Verengerungen, manche selbst eine vollständige Verschliessung erfahren durch bedeutende Schleimhautsäume und Schleimhautwände, welche über die Knochenränder vorspringen oder sie miteinander verbinden. Dadurch gewinnt das Höhlensystem und seine Verbindungen ein gegenüber dem macerirten Schädel so verschiedenes Aussehen, dass es nothwendig wird, die Höhlen in ihrer neuen Gestalt zu betrachten. Man spricht in diesem Sinne von einem besonderen Verlauf der Schleimhaut. Für das Verständniss ist es wichtig zu wissen, dass nicht die knöcherne und knorpelige Wand den Verlauf der Schleimhaut bestimmt, sondern umgekehrt, der Verlauf der Schleimhaut bestimmte den der Knochenwand: erstere ist das vorausgehende, vor Allem ihr Epithel, das sich, wie wir sehen werden, von aussen her einstülpte und dadurch ein Stück äusserer Haut nach innen warf: ein bestimmter Bezirk dieses Epithels wird zum Riechepithel.

I. Das Höhlensystem der Nase.

a) Die beiden Haupthöhlen werden durch die Nasenscheidewand (*Septum narium*) von einander getrennt, welche dadurch zugleich die mediale Wand beider Haupthöhlen bildet. Die obere Wand ist die Schleimhaut der Lamina cribrosa, die untere diejenige des Gaumens; die vordere Wand entspricht dem Dach der äusseren Nase, an deren unteren Fläche sich die Aperturae narium externae s. anteriores befinden. Die hintere Wand ist offen und von den Choanen (Choanae, Aperturae narium internae s. posteriores) eingenommen. Besonders durch die Muscheln und Nebenhöhlen erfährt die laterale Wand eine Reihe von eigenthümlichen Gestaltungen.

Der vordere untere Theil jeder Haupthöhle, der im Gebiet der beweglichen Nasenflügel gelegen ist, wird Vestibulum nasi genannt. Das Vestibulum nasi unterscheidet sich von der übrigen Nasenhöhle nicht allein durch seine Be-

weglichkeit, sondern auch durch verschiedene Beschaffenheit seiner Schleimhautbekleidung, die den Uebergang der äusseren Haut in die Schleimhaut der Nasenhöhle vollzieht. An der lateralen Wand ist der Vorhof durch einen fast vertical stehenden Wulst, die Nasenhöhlenschwelle abgegrenzt (Fig. 394, 7). Die Schleim-

Fig. 394.

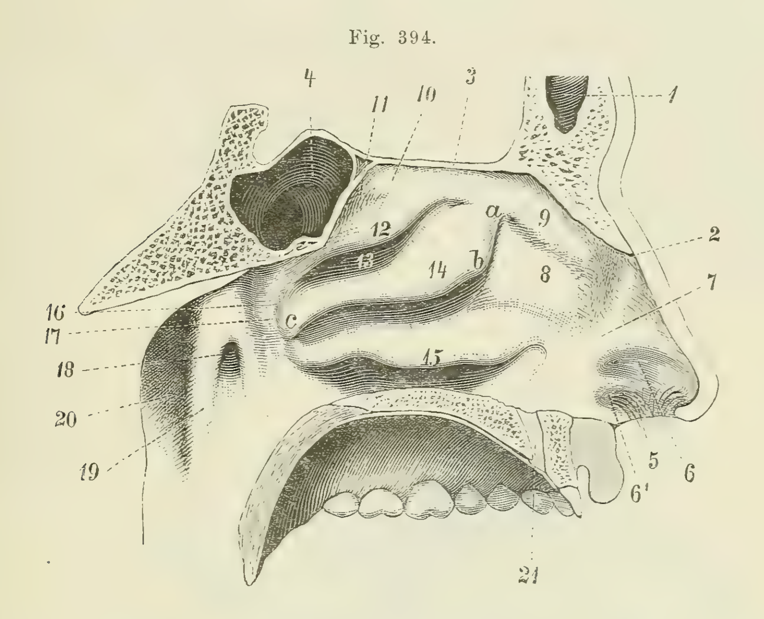


Fig. 394. Seitliche Wand der Nasenhöhle.

1, Stirnhöhle. 2, freier Rand des Nasenbeins. 3, Lamina cribrosa des Siebbeins. 4, Keilbeinhöhle. 5, Vibrissae, Haare des Vestibulum nasi. 6, 6', Vestibulum nasi, durch einen Wulst 7 von 8, dem Atrium meatus narium medii getrennt. 9, Agger nasi oder Rudiment einer vorderen Muschel. 10, Concha Santorini, durch 11, Recessus spheno-ethmoidalis, der hier nur schwach angedeutet ist, von 12, dem Rest der sog. oberen Muschel getrennt. 13, oberer Nasengang. 14, mittlere Muschel; ab, ihr vorderer, bc, ihr hinterer freier Rand. 15, untere Muschel. 16. Plica naso-pharyngea. 17, Gebiet des Ductus naso-pharyngeus. 18, Pharynx-Mündung der Tuba Eustachii. 19, Plica salpingo-pharyngea. 20, Rosenmüller'sche Grube. 21, Canalis incisivus.

haut des Vorhofs trägt geschichtetes Plattenepithel. Der untere, das Nasenloch begrenzende Abschnitt trägt besonders auf der lateralen, aber auch auf der medialen Wand steife kurze Haare, Vibrissae, welche zusammen ein schützendes Gitter bilden und sich dem Eindringen von Fremdkörpern entgegenstellen.

Die Nasenhöhle ohne Vorhof heisst Nasenhöhle im engeren Sinne. An ihren verschiedenen Wänden sind folgende Besonderheiten hervorzuheben. Das von den beiden schleimhautbekleideten Siebbeinmuscheln (Fig. 394, 12, 14) und dem entsprechenden Theil der Scheidewand eingenommene Gebiet entspricht der embryonalen Riechgrube. Untere Muschel, mittlerer und unterer Nasengang begrenzen dagegen seitlich den Ductus aëriferus [H. Meyer]. Zwischen der oberen und mittleren Muschel liegt der Meatus narium superior (13). Die obere Muschel ist häufig in ihrer hinteren Abtheilung mit einer Längsfurche (Recessus spheno-ethmoidalis, H. Meyer) versehen; seltener auch die mittlere Muschel. In den Recessus spheno-ethmoidales mündet von hinten her durch das Foramen sphenoidale der Sinus sphenoidalis. In den oberen Nasengang dagegen münden die hinteren Siebbeinzellen, meist mit einer gemeinsamen Oeffnung, die sich im Dach des genannten Ganges befindet.

Von der oberen Anheftungsstelle des vorderen Randes der mittleren Muschel

(Fig. 394, a) zieht ein Wall parallel dem Nasenrücken ab, vorwärts, um allmählich zu verstreichen, der Agger nasi [H. Meyer]. Zwischen ihm und dem Dach der Nase liegt eine zur Lamina cribrosa aufsteigende Rinne, *Sulcus olfactorius* [H. Meyer]. Der Agger nasi (Fig. 394, 9) ist, wie Schwalbe zeigte, ein beim Menschen rudimentäres Gebilde, welches bei den meisten Säugethieren durch die sogenannte vordere Muschel (Nasoturbinale) ersetzt wird.

Zwischen dem Agger nasi und dem vorderen Theil der unteren Muschel liegt ein ungefähr quadratisches vertieftes Feld, das Atrium des mittleren Nasengangs [Schwalbe]. Wird die mittlere Muschel fortgenommen, so erscheint eine tiefe Rinne an der lateralen Wand, das Infundibulum (Fig. 395, 15), dessen obere Begrenzung durch einen Vorsprung des Siebbeinlabyrinthes, Bulla ethmoidalis [Zuckerkandl] (Fig. 395, 14) gebildet wird. Der untere Rand des Infun-

Fig. 395.

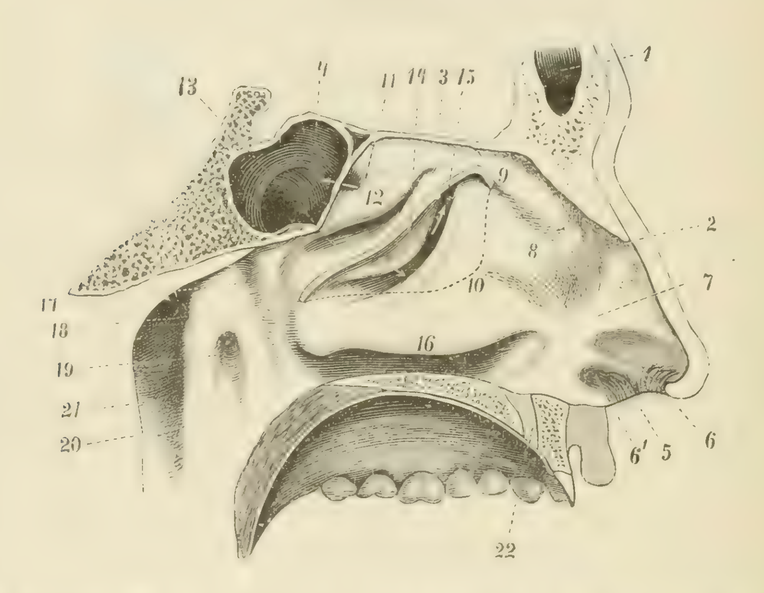


Fig. 395. Seitliche Wand der Nasenhöhle nach Abtragung des Operculum der mittleren Muschel.

1, Stirnhöhle. 2, freier Rand des Nasenbeines. 3, Lamina cribrosa des Siebbeins. 4, Keilbeinhöhle. 5, Vibrissae. 6, 6', Vestibulum nasi. 7, Grenzwulst des Vestibulum gegen 8, Atrium des mittleren Nasenganges. 9, Agger nasi oder Rudiment einer vorderen Muschel. 10, punktirte Linie, welche die Lage des freien Randes der abgetragenen mittleren Muschel angibt. 11, Recessus spheno-ethmoidalis; der Pfeil bezeichnet die Communication mit der Keilbeinhöhle. 12, obere (hintere) Muschel. 13, oberer Nasengang. 14, Bulla ethmoidalis. 15, Infundibulum des mittleren Nasenganges: der aufwärts gerichtete Pfeil deutet die Richtung des Eingangs zur Stirnhöhle, der nach vorn und abwärts geneigte die Richtung des Eingangs zur Kieferhöhle an. 16, untere Muschel. 17, Plica naso-pharyngea. 18, Gebiet des Ductus naso-pharyngeus. 19, Pharynx-Mündung der Tuba Eustachii. 20, Plica salpingo-pharyngea. 21, Rosenmüller'sche Grube. 22, Canalis incisivus.

dibulum wird dagegen durch den Processus uncinatus des Siebbeins gestützt. Das Infundibulum ist eine wichtige Stätte für Mündungen der Nebenhöhlen der Nase. So münden hier die mittleren und vorderen Siebbeinzellen aus; im hinteren unteren Abschnitt findet sich die Ausmündung des Sinus maxillaris s. antrum Highmori; das vordere obere Ende des Infundibulum nimmt durch einen kurzen Kanal die Mündung des Sinus frontalis auf. Zuweilen ist noch eine zweite kleine Oeffnung für den Sinus maxillaris vorhanden und liegt diese alsdann unmittelbar oberhalb des Anheftungsrandes der unteren Muschel.

Im vorderen Theil des unteren Nasenganges befindet sich, von der unteren Muschel medianwärts gedeckt, die Ausmündung des Ductus naso-lacrymalis.

Die laterale Wand der Nasenhöhle wird gegen den Pharynx abgegrenzt durch eine aufwärts an Mächtigkeit zunehmende Falte, die Plica naso-pharyngea. Das Ostium pharyngeum tubae (Fig. 394, 18) liegt in der nach hinten verlängerten Richtung der unteren Muschel. Zwischen dem Ostium pharyngeum tubae und den hinteren Enden der mittleren und unteren Muschel befindet sich ein, nach vorn in den unteren Nasengang auslaufender Raum, welcher Ductus naso-pharyngeus genannt wird (Fig. 395, 18). Zwischen den Muscheln und der Tuba ist er in sagittaler Richtung nur 5—7 mm lang, dagegen 25 mm hoch.

Wenden wir uns von den Eigenthümlichkeiten der lateralen Wand der Nasenhöhle zu denjenigen der unteren und medialen, so ist zuerst des Recessus Stensonianus s. incisivus s. nasopalatinus zu gedenken (Fig. 396, 7).

Fig. 396.

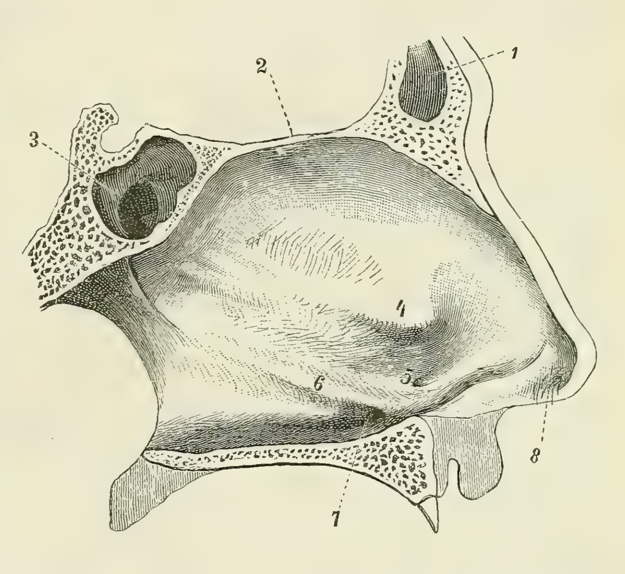


Fig. 396. Nasenscheidewand mit ihrer Schleimhautbekleidung.

1, Stirnhöhle. 2, Lamina cribrosa des Siebbeins. 3, Keilbeinhöhle. 4, Wulst, durch Deviation der Nasenscheidewand nach rechts erzeugt. 5, Oeffnung des Jacobson'schen Organs. 6, Längswulst, den Jacobson'schen Knorpel bergend. 7, Recessus naso-palatinus. 8, Vibrissae des Vestibulum nasi.

Derselbe befindet sich etwa 2 cm nach hinten vom äusseren Nasenloch, dicht an der Scheidewand, von einem sanft aufsteigenden Längswulst überragt (Fig. 396, 6). Dieser Längswulst der Schleimhaut enthält den Jacobson'schen oder Pflugschar-Knorpel, der oben bereits genannt wurde (S. 691). Der Recessus Stensonianus bezeichnet das obere Ende des Ductus incisivus s. nasopalatinus, der nach Leboucq beim Erwachsenen stets ein Blindsack ist, ohne bis in die Mundhöhle zu reichen; selbst bei Kindern und älteren Föten ist der Kanal selten mehr durchgängig. Die Gaumenmündung ist dagegen bei Kindern und Erwachsenen ebenfalls noch als Ende eines kleinen Blindsacks vorhanden.

Der erwähnte Längswulst, *Torus Jacobsonianus*, der den Jacobson'schen Knorpel trägt, gehört bereits der Scheidewand selbst an. Unmittelbar oberhalb seines vorderen Endes befindet sich die Mündung eines feinen Kanals oder Schlauches, welcher dicht am Knorpel nach hinten-aufwärts zieht, um nach einem Verlaufe von 2 bis 9 mm blind zu endigen. Schon Sömmerring kannte diesen Gang, der neuerdings besonders von Kölliker untersucht wurde und die wichtige Bedeutung besitzt, das Rudiment einer bei verschiedenen Säugethieren hoch entwickelten Bildung zu sein, des Jacobson'schen Organs. Beim

menschlichen Fötus ist die Schleimhaut des rudimentären Organs von einem Flimmerepithel ausgekleidet. Kölliker konnte sogar bei einem achtwöchentlichen menschlichen Fötus einen Scheidewandzweig des Olfactorius zu diesem Organ verfolgen.

Das Jacobson'sche Organ ist besonders genau bei Wiederkäuern und Nagethieren untersucht. Beim Schafe z. B. besteht es ebenfalls aus einem Schlauch, der von einem besonderen Knorpel umhüllt wird, aber nicht auf der Scheidewand, sondern in den hier offenen Ductus nasopalatinus, den Ductus Stensonianus, ausmündet. Ein besonderer Zweig des Olfactorius gelangt zur inneren Wand des Organs, welches Riech Epithel trägt. Beim Meerschweinchen und Kaninchen mündet der Gang wie beim Menschen in die Nasenhöhle aus.

b) Die Nebenhöhlen der Nase (*Sinus s. antra narium*).

Die Nebenhöhlen der Nase sind spät entstehende, blindsackige, von knöchernen Wänden umschlossene Anhänge der Nasenhöhle, die von einer dünnen Fortsetzung ihrer Schleimhaut ausgekleidet sind. Auffallend ist, dass selbst die unteren Nebenhöhlen (Sinus maxillares) in dem oberen Abschnitt der Nasenhöhle (Meatus narium medius) ihre regelmässige Ausmündung besitzen, dass die Mündungen im Verhältniss zur Grösse der einzelnen Nebenhöhlen sehr klein sind und sehr geschützt liegen. Als Nebenhöhlen sind ausser den Sinus maxillares zu nennen die Keilbein-, Stirn- und Siebbeinhöhlen. Die Bedeutung der Nebenhöhlen wurde in verschiedenen Momenten gesucht; sicher ist, dass sie bei dem Riechen nicht direkt betheiligt sind, insofern sie von Riechnerven nicht versorgt werden und kein Sinnesepithel tragen. Nach Bidder und Arnold wäre es eine ihrer Aufgaben, der Riechhaut in der nöthigen Menge Feuchtigkeit zuzuführen. Man dachte ferner daran, dass sie die in ihnen enthaltene Luft erwärmen und dadurch Strömungen verursachen. Zu beidem aber sind sie möglichst ungünstig gestellt und gebaut, so dass von einer solchen Wirkung abgesehen werden kann. Am einfachsten ist die Ansicht von Joh. Müller, welcher betont, dass die Nebenhöhlen eine Erleichterung des Gesichtsskelets bedingen und dadurch die Gleichgewichtshaltung des Kopfes erleichtern.

Braune und Clasen berechneten, um wie viel denn das Gewicht des Kopfes vermehrt sein würde, wenn die Nebenhöhlen durch schwammige Knochensubstanz ausgefüllt wären. Für den Menschen würde die Vermehrung nur 1 % betragen. Von Braune und Clasen ausgeführte volumetrische Bestimmungen ergaben, dass das Volum aller Nebenhöhlen in der Regel das der Haupthöhlen übertrifft. Die Oberkieferhöhlen zeigten sich geräumiger, als alle übrigen Nebenhöhlen zusammengenommen. Braune und Clasen machen darauf aufmerksam, dass bei tiefer Inspiration und geschlossenem Munde die Luft der Nebenhöhlen verdünnt, ausgepumpt werden müsse. Die nachfolgende Rückströmung könne günstig wirken für die Ausbreitung des Riechstromes. Da bei den mit vorzüglichem Geruchsvermögen ausgestatteten Säugethieren die Nebenhöhlen sehr unbedeutend sind, so lässt sich in dieser Beziehung schwer etwas Sicheres sagen Eine gewisse Bedeutung kommt ihnen vielleicht als Resonatoren bei der Stimmbildung zu; die Entlastung des Gesichtsschädels aber wird in erster Linie als Zweck der Nebenhöhlen zu betrachten sein.

II. Der Bau der Schleimhaut.

Die Auskleidung des Vestibulum gleicht dem Bau der äusseren Haut, besitzt gefässhaltige Papillen wie diese und wird von geschichtetem Pflasterepithel bedeckt. Letzteres erstreckt sich noch etwas in das Gebiet der eigentlichen Nasenhöhle hinein, so dass das vordere Ende der unteren Muschel und der vordere Theil des unteren Nasenganges von ihm überzogen werden.

Die Schleimhaut der Regio respiratoria ist papillenlos und besitzt cylindrisches Flimmerepithel mit Ersatzzellen zwischen den basalen Theilen der Flimmerzellen. Sie besitzt eine beträchtliche Dicke, die selbst im blutleeren Zustande bis 4 mm betragen kann. Besonders reich entwickelt sind die Venen, welche im Gebiet der unteren Muschel ansehnliche Plexus bilden, so dass hiedurch der Eindruck eines cavernösen Gewebes entsteht [Kohlrausch]. Die Schleimhaut ist ferner sehr reich mit acinösen Drüsen ausgestattet. An der unteren Muschel treffen nach Sappey stellenweise 100 bis 150 Drüsen auf 1 qcm. Sie gehören nach Heidenhain zu den serösen Drüsen, indem sie ein wässeriges Sekret liefern und Eiweisszellen in ihren Alveolen enthalten. Der Nasenschleim ist nicht das Erzeugniss dieser Drüsen, sondern kommt durch schleimige Umwandlung des Epithels zu Stande, das viele Becherzellen einschliesst [F. E. Schulze].

Die Schleimhaut der Nebenhöhlen ist sehr dünn. Ihr bindegewebiger Theil bildet mit dem Periost eine gemeinsame Lage von nicht mehr als 0,02 mm. Das Epithel ist ein niedriges Flimmerepithel, das an manchen Orten zu einem flimmernden Plattenepithel sich gestalten kann. An Drüsen fehlt es nicht gänzlich, doch sind sie spärlich vorhanden und besitzen meist einfache Formen. Bald stellen sie kurzgestielte Alveolen dar, bald längere verzweigte Gänge mit seitlich ansitzenden Alveolen.

Die Schleimhaut der Regio olfactoria, welche das Gebiet der beiden Siebbeinmuscheln und des gegenüberliegenden Theiles der Scheidewand einnimmt, ist mit einem Sinnesepithel ausgestattet, zu welchem die Fasern der Nn. olfactorii dringen. Der untere Rand der unteren, nach M. Schultze auch der untere Rand der oberen Siebbeinmuschel, ebenso der obere Nasengang, sind von Sinnesepithel frei. Bei den Säugethieren ist die Regio olfactoria durch gelbe oder gelbbraune Farbe von der übrigen Schleimhaut unterschieden. Auch beim Menschen fehlt die gelbe Färbung nicht, so dass man das Gebiet auch Locus luteus bezeichnet hat [Ecker]; an einer sicheren Grenzbestimmung nach unten fehlt es indessen noch. Beim Neugeborenen setzt sich die gelbe Färbung von der oberen auf die mittlere Muschel verschieden weit fort; bei Erwachsenen finden sich individuell die grössten Verschiedenheiten vor, indem sie zuweilen nur in schwacher Ausbildung gefunden oder selbst vermisst wird. Das Riechepithel entbehrt bei dem Menschen der Flimmerhaare. Inseln von Flimmerzellen können jedoch inmitten der Regio olfactoria zerstreut gefunden werden.

Ausser durch den Mangel an Flimmerhaaren unterscheidet sich das Riechepithel vom Epithel der Regio respiratoria durch eine viel bedeutendere Dicke Das Riechepithel misst 100 bis 120 μ, das Flimmerepithel nur 40 bis 98 μ. Man unterscheidet, wie M. Schultze zuerst gefunden hat, am Riechepithel zwei Formen langgestreckter, von der Oberfläche bis zum Bindegewebe reichender

Zellen, die man als Riechzellen und Stützzellen unterscheidet; zwischen ihren basalen Theilen findet sich die dritte Form, die Ersatzzellen.

1) Die Riechzellen (Stäbchenzellen) (Fig. 397, A, a, a) haben einen spindelförmigen Körper, der den Kern trägt; an den Körper schliesst sich ein dickerer peripherer, ein sehr feiner centraler Fortsatz an. Jener hört an der freien Oberfläche wie abgeschnitten auf, geht aber vielleicht in einen kurzen Riechstift über; der centrale Fortsatz bildet leicht Varicositäten und gleicht hierin Nervenfibrillen; er färbt sich auch in Goldchlorid gleich diesen [Babuchin]. Die Körper der Riechzellen liegen in sehr verschiedenen Höhen, so dass die Fortsätze bei verschiedenen Zellen sehr ungleich lang sind.

Fig. 397.

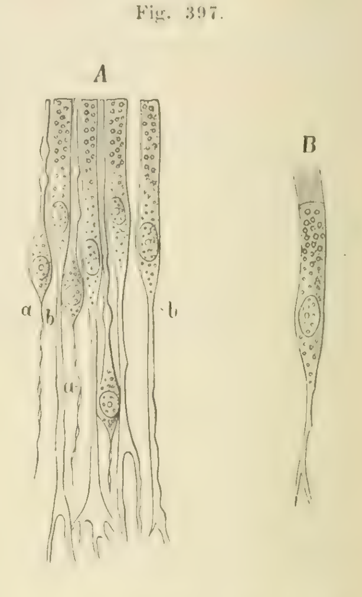


Fig. 397. A. Epithel der Riechschleimhaut. (Nach M. Schultze). 500/1.
a, a, Riechzellen; b, b, Stützzellen.
B. Flimmerepithelzelle vom Rande der Regio olfactoria. (Nach M. Schultze).

Auf Schnitten erscheinen die Körper (und ihre Kerne) darum auf einer breiten Zone gelegen, welche sich von der Schicht der Ersatzzellen bis über die Mitte der Epitheldicke hinaus erstreckt und hier in einer geraden Linie endigt; man nennt diese Zone die Zone der runden Kerne.

Die Riechzellen sind in der Art vertheilt, dass im Umkreise einer Stützzelle (Fig. 397, A, b) mindestens sechs Riechzellen stehen, zuweilen mehr.

2) Die Stützzellen, Epithelzellen, Cylinderzellen, (Fig. 397, A, b, b) haben ihren ovalen Kern alle in annähernd gleicher Höhe, an dem Aussenrand der Kernzone der Riechzellen. Dadurch bilden sie die Zone der ovalen Kerne [Paschutin] Der Kern liegt im unteren Ende des starken peripheren Stückes der Zelle, welches in seinen äusseren Theilen mit körnigem gelblichem Pigment versehen ist. Der von der Kerngegend zum Bindegewebe ziehende Fortsatz ist schmäler, häufig plattgedrückt, oft mit Nischen versehen, welche die kernhaltigen Theile der Riechzellen theilweise aufnehmen. Die basalen Enden der Stützzellen sind häufig getheilt oder unregelmässig gezackt, mit Fussplatten versehen. Die Zacken verschiedener Zellen können miteinander in Verbindung treten. Auch in diesen Abschnitten der Stützzellen ist Pigment vorhanden.

3) Die Ersatzzellen (Basalzellen) sind kegelförmig und liegen zwischen den basalen Theilen der beiden anderen Zellformen zerstreut. Ob sie für beide anderen Zellenformen oder nur für die Stützzellen einen Ersatz zu liefern haben, ist zweifelhaft; doch ist letztere Annahme am meisten verbreitet.

Die freie Oberfläche des Riechepithels trägt bei Säugethieren eine cuticulare Membran, die Membrana limitans s. reticularis olfactoria, welche für jeden peripheren Riechfaden ein Loch besitzt, durch welches dieser frei die

Oberfläche erreicht, während die Cylinderzellen gedeckt bleiben [v. Brunn]. Der sie deckende Cuticularsaum ist aussen radiär gestreift.

Die Riechschleimhaut von Proteus und anderen Amphibien, sowie von mehreren untersuchten Fischen besitzt nach wichtigen Beobachtungen von Blaue kein zusammenhängendes Riechepithel, sondern Geruchsknospen, die den Geschmacksknospen der Zunge und den Endknospen ihrer Haut entsprechen. Die Larve von Salamandra besitzt ebenfalls Geruchsknospen, die mit zunehmendem Wachsthum unter Verbreiterung in ein zusammenhängendes Riechepithel sich umbilden.

Bei Amphibien, Reptilien und Vögeln tragen die Riechzellen starre Riechhaare, die Cylinderzellen dagegen flimmernde Cilien.

Der bindegewebige Theil der Schleimhaut ist locker gefügt, blutreich, nervenreich, und zeigt eine netzförmige Anordnung seiner Bündel besonders in der dichteren subepithelialen Schicht, die bei Säugethieren einzelne gefässhaltige Papillen besitzt. Ausser den Blutgefässen und Nerven enthält der bindegewebige Theil zahlreiche Drüsen, die Bowman'schen Drüsen der Regio olfactoria. Sie stehen ausserordentlich dicht, sind Uebergangsformen von tubulösen zu acinösen Drüsen, indem der Drüsenschlauch mehr oder weniger ausgeprägte seitliche Alveolen trägt. Die Drüsenzellen besitzen gelbliches Pigment, wie die Stützzellen; hierauf beruht das gelbe Aussehen des Locus luteus.

Die Sinnesnerven der Regio olfactoria stammen aus den Fila olfactoria, welche sich in der Nasenschleimhaut verästeln. Die grösseren Aeste liegen in Kanälchen und Rinnen der bezüglichen Knochentheile; die kleineren dringen allmählich zu den oberflächlichen Schichten der Schleimhaut. Alle diese Fäden sind von Perineuralscheiden umgeben, die aus den Hirnhäuten hervorgehen. Die Olfactorius-Fasern sind sämmtlich marklos, von einer Schwann'schen Scheide umgeben. Eine solche Faser besteht aus einem Bündel von Nervenfibrillen, die sich leicht voneinander isoliren lassen, indem die sie verbindende paraplasmatische Substanz zugleich spärlich und dünnflüssig ist. Die einzelnen Fibrillen bilden leicht Varicositäten. An der Grenze des Epithels zerfallen die Fasern in ihre einzelnen Bestandtheile und treten wahrscheinlich mit den centralen Enden der Riechzellen, nach Exner auch mit den sogenannten Stützzellen (Cylinderzellen), in Verbindung. Ein Eintreten von Fibrillen ins Epithel wurde wiederholt beobachtet [Babuchin, v. Brunn]; der unmittelbare Zusammenhang mit Zellen ist dagegen noch nicht nachgewiesen. Degenerationsversuche (mit Durchschneidung des Olfactorius) führten bisher zu gänzlich widersprechenden Ergebnissen.

Die Lymphbahnen der Riechschleimhaut sind zuerst von Schwalbe durch Injection in den Subduralraum (des Kaninchens) gefüllt worden. Auch durch subarachnoidale Injection gelingt die Füllung [Key und Retzius]. Dabei füllen sich theils die perineuralen Bahnen der Nerven, theils selbständige Netze in der Schleimhaut, die mit jenen in Zusammensang stehen. Mit diesem Netz ist endlich ein reiches Saftbahnsystem der Schleimhaut verbunden, das seine Ausläufer mit den Ausführungsgängen der Drüsen bis ins Epithel hinein entsendet.

III. Das Geschmacksorgan. Organon gustus.

Das Geschmacksorgan hat seine Lage ausschliesslich im Eingangsgebiet des Verdauungsapparates, wie das Geruchsorgan im Eingangsgebiet des Respirationsapparates. Das Hauptorgan für den Geschmackssinn ist die Zungenschleimhaut. Die Zungenschleimhaut besitzt — nach der am meisten verbreiteten Ansicht — nicht in ihrer ganzen Ausdehnung die Eigenschaften eines Geschmacksorgans: vielmehr ist nur ein hinterer, vorderer und seitlicher Streifen, im Ganzen also ungefähr ein kreisförmiger Bezirk mit dieser Eigenschaft begabt. Dieser kreisförmige Bezirk ist aber nicht geschlossen, sondern besitzt zwei seitliche Unterbrechungen von geringer Ausdehnung, eine vordere und eine hintere, welche die seitlichen Schmeckstreifen zwischen sich fassen. Die ganze Schmeckzone der Zunge, welche hienach ein mittleres Gebiet frei lässt, liegt auf dem Zungenrücken und den Seitenrändern; die ventrale Zungenschleimhaut ist hiebei unbetheiligt. Die Zungenschleimhaut ist anderseits nicht das alleinige Geschmacksorgan; vielmehr ist auch der weiche Gaumen mit seiner der Zunge zugewendeten Schleimhaut als dazu gehörig zu betrachten. Zu dem horizontalen Geschmacksbogen gesellt sich dadurch ein zweiter von vertikaler Stellung. Der Eingang in den Verdauungskanal wird demgemäss von zwei schmeckenden Schleimhautzonen umkreist. Selbst in der Schleimhaut des Kehlkopfs, von der Epiglottis bis hinab zu den Stimmbändern, befinden sich diejenigen mikroskopischen Elemente, welche wir als peripheren Sinnesapparat des Geschmacks gegenwärtig kennen. Man wird durch dieses Vorkommniss leicht dazu bestimmt, auch die Kehlkopfschleimhaut noch als zum Geschmacksorgan gehörig zu bezeichnen, und in der That geht die geläufige Ansicht da hinaus. Man dachte insbesondere an die Möglichkeit, dass der sogenannte Nachgeschmack hier seine Entstehung nehme. Annehmbarer ist vielleicht noch die Ansicht, dass die Endknospen, um die es sich hier handelt, nicht zum Geschmacksorgan gehören, sondern einfach-empfindliche Apparate des Anfangstheils des Respirationskanals darstellen. Endknospen sind nicht nothwendig an die Geschmackswahrnehmung gebunden: sie kommen auch am Geruchsorgan vor (s. oben). Sie sind aber wiederum nicht auf diese beiden Sinnesorgane beschränkt, sondern bei den im Wasser lebenden Wirbelthieren weit über die Haut verbreitet. Am nächsten scheint es zu liegen, die Endknospen der Kehlkopfschleimhaut mit den Endknospen der Nasenschleimhaut zu vereinigen; beide gehören dem Respirationsapparat an. Es ist dabei nicht nothwendig, jene ersteren ebenfalls mit Olfactoriusfasern ausgestattet zu denken; sie können sehr wohl einfach-sensibel sein, zugleich aber die Bedeutung haben, den Kehlkopf, wie er es zu Reflexäusserungen bei dem Eindringen schädlicher Stoffe bedarf, mit sehr kräftig wirkenden, concentrirten Elementen auszustatten.

Sehen wir von den in der Kehlkopfschleimhaut vorhandenen Endknospen ab, so kommen solche dem Geschmacksorgan an folgenden Stellen zu:

1) an den Papillae circumvallatae,
2) an der Papilla foliata,
3) an den Papillae fungiformes,
4) auf der vorderen Fläche des weichen Gaumens.

Die Endknospen des Geschmacksorgans, Geschmacksknospen, Schmeckbecher, wurden gleichzeitig und unabhängig zuerst von Lovén und Schwalbe im Epithel der Papillae circumvallatae aufgefunden. Ihre Beschreibung ist am besten an die einer Papilla circumvallata anzuknüpfen.

Die ebene oder mittelwärts sanft eingedrückte Oberfläche einer Papilla circumvallata (Fig. 398) liegt meist in gleicher Höhe mit den angrenzenden Theilen der Zungenschleimhaut, wird aber von dieser durch einen bis 2 mm tiefen kreisförmigen Spalt, den Wallgraben getrennt. Die äussere Wand des Wallgrabens wird durch den Ringwall (Fig. 398, 3) dargestellt. Im Grund des Wallgrabens münden die Ausführungsgänge zahlreicher acinöser Drüsen, welche, wie v. Ebner zeigte, nicht zu den schleimabsondernden, sondern zu den sogenannten serösen oder Eiweiss-Drüsen gehören. In der That würde die Gegenwart schleimabsondernder Drüsen an diesen Stellen möglichst ungünstig sein und mit der Bedeutung der Papillae circumvallatae geradezu im Widerspruch stehen. Ganz anders verhält es sich dagegen mit der Gegenwart serumabsondernder Drüsen. Die von ihnen abgesonderte Flüssigkeit nimmt die schmeckenden Stoffe auf und führt sie den nahen Schmeckbechern zu, welche an den Wänden des Wallgrabens in gewaltigen Rotunden sitzen.

Fig. 398.

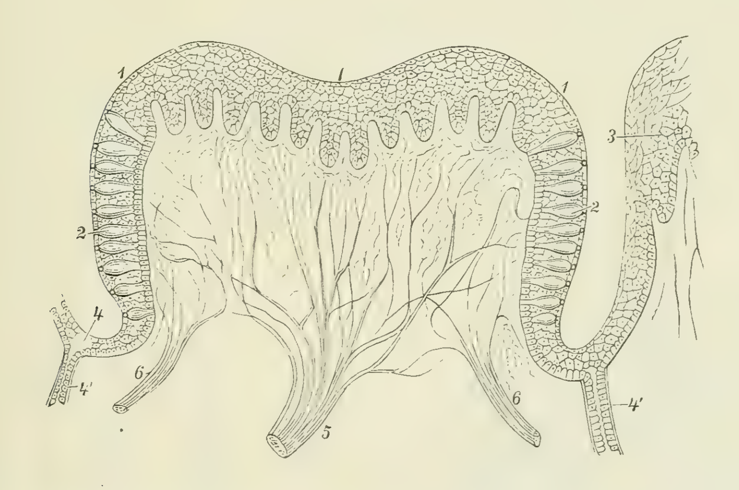


Fig. 398. Senkrechter Schnitt durch eine Papilla vallata vom Kalbe. (Nach Lovén). $^{30}/_{1}$.
1, 1, 1, Epithel der freien Fläche der Papille. 2, 2, Geschmacksknospen oder Schmeckbecher im Epithel der Seitenwand der Papille. 3, Epithel des Walles. 4, 4, Ausführungsgänge von Drüsen. 5, mittlerer Nervenstamm. 6, 6, seitliche Nervenstämme.

An Durchschnitten, welche eine umwallte Papille senkrecht zur Oberfläche treffen, wird erkannt, dass ihre äussere Hülle von einem geschichteten Pflasterepithel gebildet wird. Die Zellen der tiefsten Lage haben, wie in der äusseren Haut, cylindrische Gestalt und sind auf dem unterliegenden Bindegewebe befestigt. Das Epithel der dorsalen Papillenoberfläche bildet eine ansehnliche Lage und ist in den oberflächlichen Schichten verhornt; im Bereich des Wallgrabens ist der Epithelüberzug dünner. Zugleich fehlen hier die secundären Papillen, welche der Papillenrücken in beträchtlicher Zahl trägt. Auch am

Ringwall fehlen die secundären Papillen. Wie an Stelle von secundären Papillen treten nun aber an der Seitenwand der Papille jene zierlichen knospenförmigen epithelialen Gebilde auf, die Geschmacksknospen oder Schmeckbecher. Man unterscheidet an jeder Geschmacksknospe eine Basis, eine Spitze und die Seitenfläche. Mit der Basis sitzen sie dem Bindegewebe unmittelbar auf, ihre Spitze liegt innerhalb einer Oeffnung der oberflächlichen Epithelschicht und ist also der im Wallgraben befindlichen Flüssigkeit frei zugewendet. Die grösste Breite der Knospe liegt etwas oberhalb ihrer Längsmitte und misst beim Menschen 40 μ, während die Länge der Knospe zwischen 77 und 81 μ schwankt. Die erwähnten Oeffnungen der Epitheldecke heissen Geschmacksporen; sie gestatten der schmeckbaren Flüssigkeit Zutritt zur Spitze der Geschmacksknospen. An Flächenbildern erscheinen sie als kleine, scharfgeschnittene Kreise von 2,7 bis 4,5 μ Durchmesser (Fig. 399, 1), welche von zwei oder drei Epithelzellen begrenzt werden, nicht selten aber auch innerhalb einer einzigen Epithelzelle liegen.

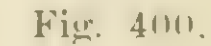
Jede Knospe besteht im Wesentlichen aus zwei Formen langgestreckter Epithelzellen, die mit ihrer Längsaxe senkrecht auf der Papillenoberfläche stehen. Die eine Form (Fig 400, 1) bildet die äussere Hülle der Knospe. Man nennt die ihr angehörigen Zellen Stützzellen oder Deckzellen. Sie liegen in mehreren Schichten übereinander und sind um so mehr nach aussen convex, je näher sie an den Aussenrand der Knospe herantreten. Der Zellkörper ist entweder der ganzen Länge nach mehr gleichmässig entwickelt, oder an dieser und jener Stelle mit Vorsprüngen und Einkerbungen versehen; nicht selten ist das basale Ende gegabelt. Das periphere Ende ist meist fein ausgezogen, so dass dadurch ein Härchenkranz an der Knospe gebildet wird (Fig. 401). Auch im Innern der Knospen, eingestreut zwischen die nunmehr zu betrachtenden Schmeckzellen, finden sich Stützzellen vor. Der Kern der Stützzellen ist oval.

Fig. 399.



Fig. 399. **Abgelöstes Epithel der Seitenwand einer Papilla vallata vom Schwein.** Flächenansicht. Vergrösserung $^{350}/_{1}$.

Bei 1, Geschmacksporus. Bei 2, der Umfang des durchschimmernden, unterliegenden Schmeckbechers.



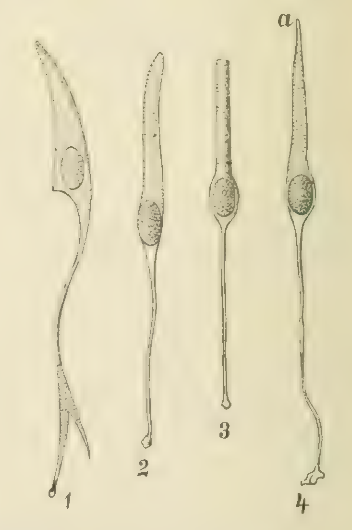
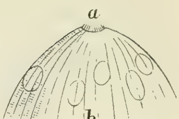


Fig. 400. **Isolirte Zellen der Schmeckbecher der menschlichen Zunge.** $^{400}/_{1}$. 1, Deckzelle. 2, 3, 4, Schmeckzellen; Zelle 4 bei a mit stiftchenartigem Aufsatz (Schmeckstift).

Fig. 401. Spitze eines Schmeckbechers vom Schafe. $^{300}/_1$.
a, Härchenkranz, den Spitzen der Deckzellen entsprechend; b, Deckzellen, fest mit einander verbunden und nur an ihren Umrissen unterscheidbar.

Fig. 401.



Die Schmeckzellen (innere oder centrale Zellen), Fig. 400, 2—4, bestehen aus einem kurzen kernhaltigen Mittelstück, von welchem ein dickerer peripherer und ein feinerer centraler Fortsatz ausgeht. Letzterer ähnelt wiederum, wie bei den Riechzellen, einer Nervenfibrille oder einem feinen Axencylinder, und besitzt Neigung zur Varicositätenbildung. Ein unmittelbarer Zusammenhang mit Nervenfasern ist jedoch bis jetzt nicht nachgewiesen. Der periphere Fortsatz verhält sich verschieden, spitzt sich entweder, was am häufigsten der Fall ist, kegelförmig zu und endigt hier mit einem glänzenden Stiftchen (Sinnesstiftchen), das als cuticulares Gebilde zu betrachten ist; oder er bleibt verhältnissmässig breit (Stabzellen, Schwalbe). Die Stiftchen bleiben entweder innerhalb des Härchenkranzes der Deckzellen, oder sie ragen aus dem Geschmacksporus frei hervor. Nach Gottschau lassen sich in einer Geschmacksknospe nicht mehr als 6 Stiftchen wahrnehmen. Das gleichzeitige Vorkommen verschiedener Arten von Schmeckzellen deutet Schwalbe auf verschiedene Geschmacksempfindung.

Ausser an der Seitenwand der umwallten Papillen kommen Schmeckbecher vereinzelt auch im Epithel des gegenüberliegenden Ringwalls vor. Bei Nagethieren sind sie hier sogar sehr häufig. Auch auf der Rückenfläche der umwallten Papillen mancher Säugethiere (z. B. des Schweins) kommen sie vor [Schwalbe].

Die Zahl der in einer Papilla vallata verhandenen Knospen ist sehr beträchtlich. Jede der beiden grossen umwallten Papillen des Schweines hat gegen 4760 Knospen.

Die Zweige des N. glossopharyngeus sind innerhalb der Zunge mit kleinen Ganglien besetzt, die Remak zuerst auffand. Sie werden nach der Peripherie zu zahlreicher und führen den Zweigen zahlreiche peripher laufende Remak'sche Fasern zu [Schwalbe]. Die markhaltigen Fasern breiten sich unter Plexusbildung nach allen Richtungen hin aus und gelangen selbst zum Papillenrücken, wo sie in Endkolben endigen können [W. Krause]. Markhaltige und marklose Fasern dringen in grosser Zahl zu den Seitentheilen der Papille und strahlen hier in ein eigenthümliches kernreiches Gewebe ein, welches aus Neurilemm und seinen Kernen, sowie aus rundlichen Körnern (Geschmackskörnern, W. Krause) besteht, deren Bedeutung noch unsicher ist. Ebenso ist die Endigungsweise der Nervenfasern noch zweifelhaft. Für einen Zusammenhang zwischen den Nervenfasern und den Schmeckbechern sprechen die Erfahrungen von Vintschgau und Hönigschmied, welche zeigten, dass nach einseitiger Durchschneidung des N. glossopharyngeus bei jungen Kaninchen die Knospen der Papilla vallata und foliata an der operirten Seite verschwanden, während sie an der gesunden Seite unverändert blieben. Dem vorderen Theil der Zunge werden Geschmacksfasern durch die Chorda tympani zugeführt. Zerstörung der Chorda hebt die Geschmacksempfindung der bezüglichen Seite im vorderen Theil der Zunge auf. Der N. lingualis führt der Zunge wahrscheinlich ausschliesslich Tastnerven zu.

Was die übrigen Oertlichkeiten betrifft, welche Geschmacksknospen besitzen, so ist vor Allem die Papilla foliata hervorzuheben, d. h. jene Gruppe von Zungenfältchen (Plicae linguae), welche an den hinteren Theilen der Seitenränder der Zunge stark hervortreten und zuerst von Meyer (1842) für ein eigenes Organ an der Zunge des Menschen und der Säugethiere erklärt worden sind, ohne dass er von dem Vorkommen von Gesckmacksknospen eine Kenntniss besass. Man kennt die Papilla foliata auch unter dem alten Namen Fimbriae linguae. Knospen fand Schwalbe zuerst an der Papilla foliata des Schweines, worauf sie von v. Wyss und Engelmann an der Papilla foliata des Kaninchens gefunden wurden; v. Ajtai wies sie hierselbst beim Menschen nach, doch ist ihr Vorkommen ein zerstreutes. Die Papilla foliata wird vom N. glossopharyngeus versorgt.

An den Papillae fungiformes sind Geschmacksknospen zuerst von Lovén gesehen worden. Auch hier ist ihr Vorkommen ein zerstreutes und unregelmässiges; zugleich sind sie kleiner und erreichen die Oberfläche nicht; ein feiner Kanal erstreckt sich von ihrer Spitze bis zum Geschmacksporus. Sie nehmen den Papillenrücken ein.

Am Velum palatinum befinden sich Geschmaksknospen besonders im oberen Theil der Uvula, wo sie auf der Oberfläche der grösseren Papillen vorkommen [Hoffmann]. Einzelne finden sich wahrscheinlich auch am Arcus glossopalatinus.

Die in der Schleimhaut des Larynx vorkommenden Endknospen haben bereits oben Erwähnung gefunden.

Man kennt den Geschmacksknospen homologe Gebilde schon seit längerer Zeit von Knochenfischen, bei welchen sie von Leydig zuerst gefunden und becherförmige Organe genannt worden sind. Sie sind hier nicht bloss auf die Schleimhaut der Mundhöhle beschränkt, sondern verbreiten sich sehr häufig über die ganze Körperhaut, an dem Kopf, den Flossen und Barteln am reichlichsten. F. E. Schulze hält sie für Geschmacksorgane, Jobert und Merkel dagegen für Tastorgane, welche letztere Ansicht uns richtiger zu sein scheint. Bei Amphibien finden sich Endknospen nur noch in der Mundhöhle; bei Cyclostomen dagegen sind sie über die ganze Haut verbreitet. Auch den Reptilien kommen Endknospen in der Mundhöhle zu [Leydig, Merkel], während die Vögel derselben entbehren.

IV. Das Sehorgan, Organon visus.

Das Sehorgan oder das Auge, Oculus, Ophthalmos, besteht

1) aus dem optischen und die Lichtempfindung vermittelnden Apparate, dem Augapfel, *Bulbus oculi*;

2) aus den Schutzmitteln des Augapfels, welche wiederum in die Hüllen desselben und in den Thränenapparat zerfallen;

3) aus dem Bewegungsapparat des Augapfels, welcher aus sechs Muskeln gebildet wird.

I. Der Augapfel, das Auge, Bulbus oculi.

Der Augapfel (Fig. 402) ist ein kugelähnlicher Körper, welcher aus einem Inhalt oder Kern, dem Glaskörper, dem Kammerwasser und der Krystall-Linse, und aus einer diesen Inhalt umschliessenden häutigen Kapsel besteht, die hinten mit einem Stiele, dem Sehnerven, versehen ist und durch diesen mit dem Gehirn zusammenhängt. Die häutige Kapsel ist in ihrem kleineren vorderen Theil (der Cornea, Hornhaut) vollkommen durchsichtig, in ihrem hinteren grösseren Theil undurchsichtig und aus drei wie die Schalen einer Zwiebel übereinanderliegenden Häuten zusammengesetzt. Die undurchsichtige Fortsetzung der Cornea nach hinten heisst Sclerotica oder Sclera; sie geht unmittelbar in die Scheide des Sehnerven über. Die mittlere Augenhaut hat den Namen Gefässhaut, Tunica vasculosa; die innere Augenhaut, die wichtigste von allen, wird dargestellt durch die Ausbreitung der Sehnervenfasern, durch die Netzhaut, Retina.

Auch der vordere, durchsichtige Theil der häutigen Kapsel enthält hinter sich noch die zwei inneren der genannten Häute, wenn auch nicht in seiner ganzen Ausdehnung, doch in seiner peripheren Zone. Die beiden inneren Häute, Fortsetzungen der Gefässhaut und Netzhaut, sind jedoch von der Hinterfläche der Cornea durch einen flüssigkeiterfüllten Raum geschieden, die vordere Augenkammer. Sie selbst sind fest miteinander zu einem Ganzen verbunden und machen die Regenbogenhaut, Iris, aus. Diese Doppelhaut erstreckt sich, wie gesagt, nicht über den ganzen durchsichtigen Theil der häutigen Kapsel, sondern es bleibt ein kreisförmiges Feld frei, die Pupille, das Sehloch. Unmittelbar hinter der Abgangsstelle der Iris bildet die vereinigte mittlere und innere Haut neuerdings einen Vorsprung gegen das Innere des Bulbus; dieser Vorsprung ist kürzer, aber dicker, als der durch die Iris gegebene; er hat den Namen Corpus ciliare (Fig. 402, 7). Sein freier Rand umsäumt eine weite Oeffnung, innerhalb deren die Krystalllinse befestigt ist. Man kann darum die hinter dem Foramen pupillare gelegene Oeffnung mit dem Namen Foramen lenticulare bezeichnen.

Die Gestalt des Augapfels wurde oben kugelähnlich genannt. Zur genaueren Bestimmung der Gestalt ist zunächst zu erwähnen, dass der durchsichtige Theil der Kapsel, die Hornhaut, einen kleineren Krümmungshalbmesser (7,75 mm)

Fig. 402.

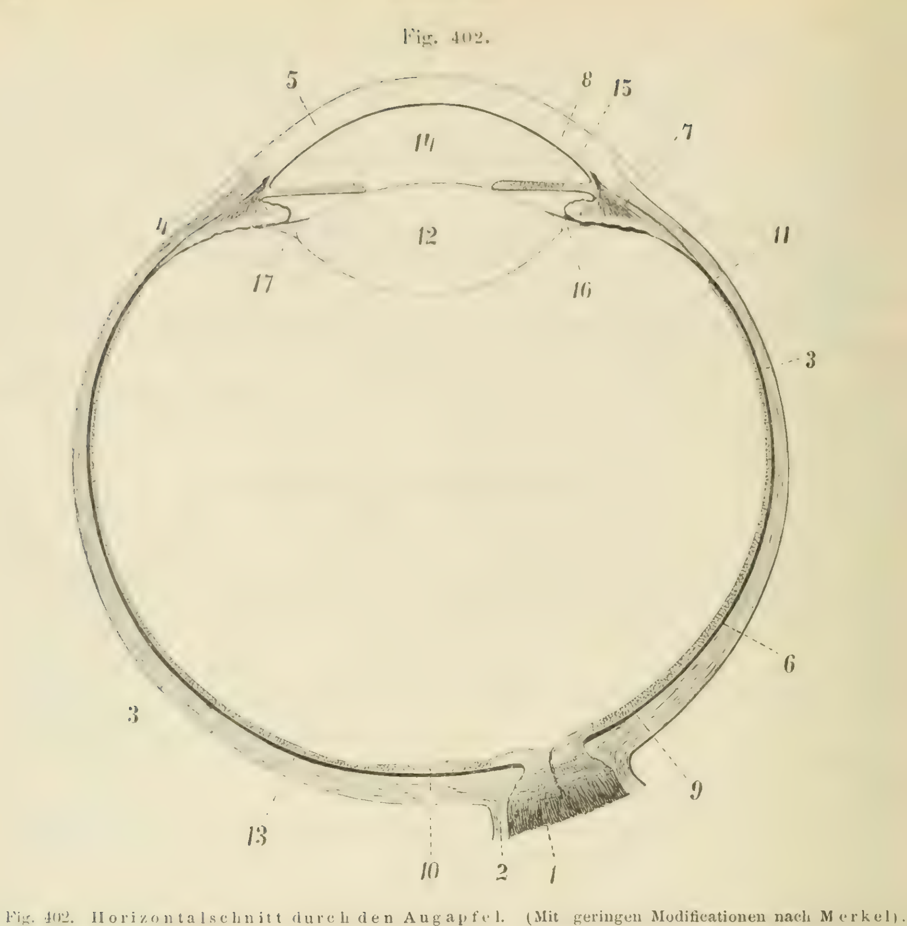


Fig. 402. Horizontalschnitt durch den Augapfel. (Mit geringen Modificationen nach Merkel).

1, N. opticus; 2, dessen Duralscheide, in die Sclera übergehend; 3, Sclerotica; 4, Conjunctiva sclerae; 5, Cornea; 6, Vasculosa; 7, Ciliarkörper mit den nach innen vorragenden, der Zonula (16) aufliegenden Ciliarfortsätzen; 8, Iris; 9, Retina; 10, deren Fovea centralis; 11, Ora serrata retinae; 12, Linse; 13, Glaskörper; 14, vordere Augenkammer; 15, hintere Augenkammer; 16, Zonula ciliaris; 17, Petit'scher Kanal.

besitzt, als der undurchsichtige (12,70 mm). Das kleinere vordere Segment, die Hornhaut, ist von dem grösseren hinteren Segment durch eine seichte ringförmige Furche, den Sulcus sclerae externus (Fig. 402, zwischen 4 und 5) abgegrenzt. Das erstere kann annähernd einem Kugelabschnitt gleich gesetzt werden; das letztere aber entspricht eher einem in der Richtung von oben nach unten etwas abgeplatteten Ellipsoide. Diese beiden Umstände dürfen uns jedoch nicht daran verhindern, den Bulbus im Allgemeinen einer Kugel zu vergleichen und an ihm einen vorderen und hinteren Pol, von ihnen ausgehende Meridianlinien und einen Aequator zu unterscheiden. Der vordere Pol liegt im Mittelpunkt der vorderen Fläche der Hornhaut, der hintere Pol im Mittelpunkt der hinteren Bulbuskrümmung (Fig. 402 bei 10). Die sagittale Linie, welche beide Pole miteinander verbindet, heisst die Augenaxe (äussere Augenaxe). Als innere Augenaxe bezeichnet man eine gerade Linie vom Mittelpunkt der hinteren Fläche der Hornhaut zu einem dem hinteren Pol entsprechenden Punkt der Innenfläche der Netzhaut. Die Augenaxe misst nach C. Krause im Mittel 24,27 mm (innere Augenaxe =

21,74 mm). Der transversale Durchmesser beträgt 24,32, der vertikale 23,60 mm.

Legt man Ebenen durch die Iris, den Linsen-Aequator und den vorderen Rand des Hauptheils der Netzhaut, so convergiren diese Ebenen nach der Nasenseite. Die nasale Hälfte des Augapfels ist demnach kleiner als die temporale. Asymmetrisch ist ferner die Verbindung des Bulbus mit dem Sehnerven. Diese Verbindung geschieht nicht im hinteren Pol des Bulbus, sondern 3 bis 4 mm medianwärts von demselben. Die Sehnervenaxe kreuzt die Augenaxe unter einem Winkel von etwa 20°.

Die Entfernung vom Hornhautscheitel bis zur vorderen Fläche der Linse beträgt etwa 4 mm; hievon kommen 3 mm auf die Tiefe der vorderen Augenkammer. Die Axe der Linse misst ebenfalls 4 mm. Die Entfernung der Linse von der Netzhaut beträgt 14,5, und die Dicke der Retina, Vasculosa und Sclera am hinteren Pol zusammen 2 mm.

Der Abstand beider Augen voneinander beträgt 56 bis 61 mm.

Das Gewicht des Augapfels schwankt zwischen 6,3 und 8 g [Henle]. Das Volum beträgt 6 ccm [Henle], das specifische Gewicht 1,0220 und 1,0302 [Husckke]. Die Durchmesser des weiblichen Auges sind nach Sappey etwas geringer als die des männlichen. Die Augenaxe des Neugebornen beträgt 17,5 mm. Im ersten Lebensjahre wächst das kindliche Auge nicht unerheblich; dann erfolgt bis zur Pubertätszeit nur eine geringe Zunahme; von hier an erreicht es rasch seine endliche Grösse.

A. Der Sehnerv und die Netzhaut.

a) Der Sehnerv.

Der Sehnerv verläuft in der Orbita nicht geradlinig, sondern macht zweierlei Biegungen. Die eine derselben ist S förmig, indem die hintere Hälfte einen lateral-abwärts convexen, die vordere einen lateralwärts concaven Bogen beschreibt. Die zweite besteht in einer Torsion um seine Längsaxe; es wird durch dieselbe die zuvor untere Fläche zur lateralen (temporalen) [Vossius].

Der Sehnerv wird innerhalb der Orbita von Fortsetzungen der Hirnhäute umgeben; er besitzt demnach eine Duralscheide (Vagina fibrosa), eine Arachnoidal- und Pialscheide (Fig. 403). Es kehren hier auch dieselben Lymphräume wieder, die uns am Gehirn begegneten, doch ist ihre Anordnung vereinfacht. Der zwischen der Dural- und Pialscheide gelegene Lymphraum (intervaginaler Raum, Schwalbe) wird nämlich durch die feine Fortsetzung der Arachnoides in eine kleine äussere und in eine geräumigere innere Abtheilung geschieden. Straffe Bälkchen heften die Arachnoides an die Duralscheide, ein Netzwerk von Bälkchen spannt sich zwischen der Arachnoidal- und Pialscheide aus.

Die Duralscheide des Sehnerven geht auf den Bulbus über und setzt sich, stumpfwinkelig umbiegend, in die äusseren zwei Dritttheile des Sclera fort (Fig. 403). Aehnlich verhält sich die Pialscheide, indem sie grösstentheils in das innere Drittel der Sclera übergeht. An dieser Uebergangsstelle pflegt zugleich das intervaginale Lymphsystem zugespitzt aufzuhören.

Aus dem Verhältniss der Sclera zu den Sehnervenscheiden ergibt sich leicht, dass der Bulbusraum der Sclera durch ein rundes Loch, das Foramen opticum

Fig. 403.

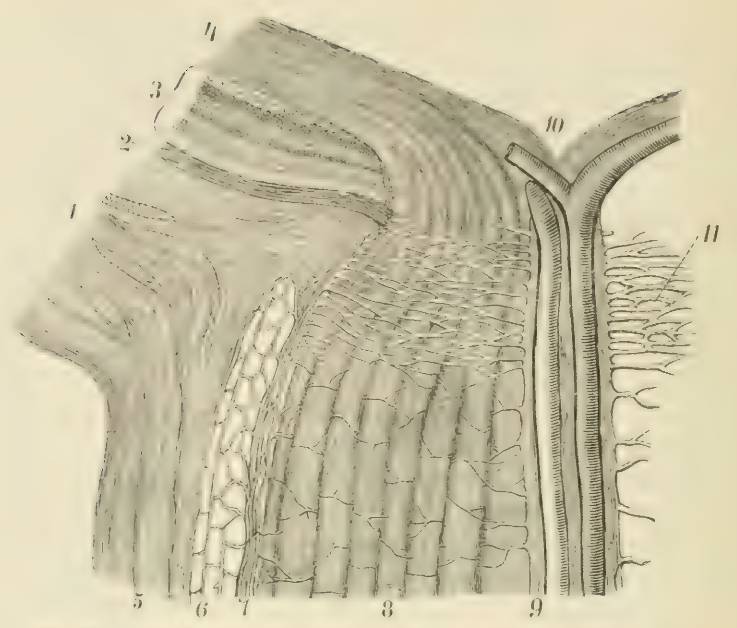


Fig. 403. Durchschnitt durch die Eintrittsstelle des Sehnerven.

1, Sclera; 2, Vasculosa; 3, Schichten der Retina; 4, Ausbreitung der Opticusfasern auf der inneren Oberfläche der Netzhaut; 5, Duralscheide des Sehnerven; 6, dessen Arachnoidalscheide; 7, Pialscheide des Sehnerven; 8, Bündel des N. opticus, von Bindegewebe durchflochten; 9, centraler Bindegewebsstrang mit A. und V. centralis; 10, physiologische Excavation der Papilla optici; 11, Lamina cribrosa sclerae.

sclerae, mit dem Innenraum des Sehnerven zusammenhängt. Die engste Stelle dieses Loches liegt entweder in der Ebene des inneren Drittels der Sclera oder in der Ebene des Foramen opticum der Gefässhaut.

Von der Innenfläche der Pialscheide gehen in der ganzen Länge des Sehnerven zahlreiche Bälkchen aus, welche in das Innere des Sehnerven vordringen, sich netzförmig untereinander verbinden und dadurch den ganzen Raum in eine grosse Anzahl (gegen 800) kleiner Räume zerlegen, in welchen bündelweise die Fasern des Sehnerven verlaufen.

Der Sehnerv beherbergt in seiner vorderen Hälfte auch zwei wichtige Gefässe, die A. und V. centralis retinae. Sie dringen in einer Entfernung von 15 bis 20 mm vom Bulbus in den Sehnerven ein, gewinnen rasch dessen axialen Theil, und nehmen eine Hülle der Pialscheide mit sich. Diese Hülle wird dadurch zu einem centralen Bindegewebsstrang des Sehnerven (Fig. 403 9; Fig. 404).

Mit dem centralen Bindegewebsstrang treten die erwähnten Bälkchen und Netze der Pialscheide des Opticus in Verbindung. In der Gegend des Sehnervenloches der Sclera werden die Bindegewebsbälkchen dieser Art dicker und häufiger und schlagen vorzugsweise quere Richtung ein. An Querschnitten erhält man in Folge dessen den Eindruck einer siebförmig durchbrochenen Bindegewebsplatte, die sich vom Rand der Sclera zum centralen Bindegewebsstrang erstreckt. Dies ist die sogenannte Lamina cribrosa (Fig 403, 11). Auch von der angrenzenden Gefässhaut gelangen zarte Bälkchen in den Sehnerven hinein.

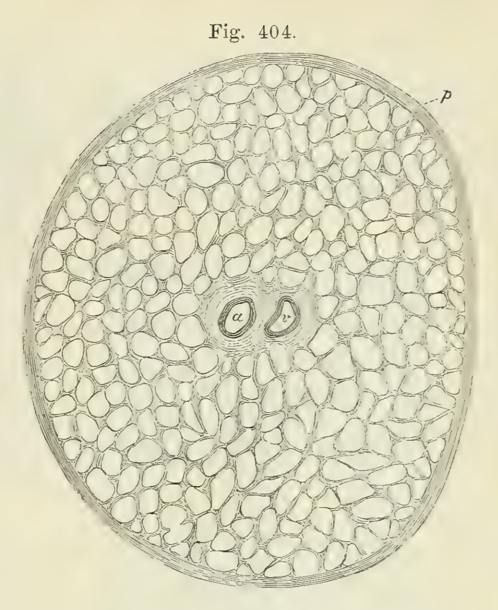


Fig. 404. Querschnitt durch den Sehnerven des Menschen in etwa 1 cm Entfernung vom Augapfel. 22/1.

Innerhalb eines centralen Bindegewebsstranges bemerkt man die Querschnitte der Centralgefässe: a, Arterie. v, Vene. Die Pialscheide p sendet zahlreiche Fortsätze in das Innere des Nerven, welche die einzelnen Nervenfaserbündel von einander sondern.

Die Fasern des Sehnerven sind bis zur Lamina cribrosa hin markhaltig und haben durchschnittlich 2 μ Durchmesser; zwischen ihnen liegen zahlreiche weit feinere, aber auch solche von 5 bis 10 μ. Die Zahl ist schwer bestimmbar; Kuhnt fand 40,000; Salzer ungefähr 500,000. Statt der Schwann'schen Scheide ist eine Neuroglia vorhanden, welche zahlreiche platte zellige Elemente, oft in reihenweiser Anordnung, enthält. Die Oberfläche der Bündel ist von dem bindegewebigen Septensystem meist durch einen capillaren lymphatischen Spaltraum getrennt. Im Gebiet der Lamina cribrosa verlieren die Nervenfasern ihre Markscheide und betreten marklos den Bulbusraum. Schon mit freiem Auge lässt sich an einem Längsschnitt durch den Opticus die Uebergangsstelle des markhaltigen in den marklosen Theil wahrnehmen. Ersterer erscheint weiss, letzterer grau durchscheinend. An der Uebergangsstelle der Duralscheide in die Sclera hört die weisse Farbe des Opticus mit einer scharfen, nach dem Inneren des Auges leicht concaven Linie auf. In Folge des Verlustes der Markscheiden seiner Fasern verjüngt sich die Dicke des Opticus, der Querschnitt nimmt beträchtlich ab, wie ein Vergleich der bezüglichen Linien in Fig. 403 sofort belehrt. Die Gestalt des Sehnervenloches der Sclera ist hiernach trichterförmig; das Loch hat an seiner inneren Peripherie einen weit geringeren Durchmesser, als an seiner äusseren.

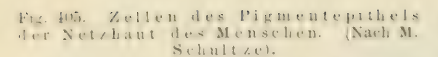
b) **Die Netzhaut.**

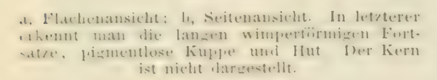
Die Netzhaut besteht aus zwei Blättern, einem äusseren und einem inneren; jenes hat den Namen Retina-Epithel, dieses den Namen Netzhaut im engeren Sinne. Beide sind wiederum aus je drei Abtheilungen zusammengesetzt, der Pars optica retinae (d. i. der physiologischen und mit dem optischen Endapparat ausgerüsteten Netzhaut), und aus einer die Innenfläche des Corpus ciliare und die hintere Fläche der Iris überziehenden Fortsetzung, der Pars ciliaris und iridica retinae.

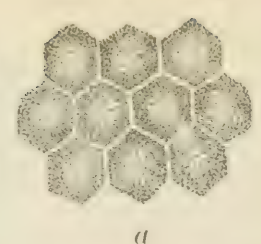
1) Das äussere Blatt der Retina, Epithel der Retina, Pigmentepithel, Pigmentlamelle der Retina.

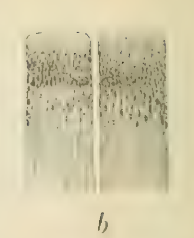
Das Pigmentepithel besteht aus einer einfachen Lage pigmentirter epithelialer Zellen. An Flächenansichten erscheinen diese Zellen polygonal, bis auf den Kern von Pigmentkörnchen durchsetzt und von ihren Nachbarn durch helle Streifen scheinbarer Kittsubstanz getrennt (Fig. 405 a). Die meisten der Zellen

Fig. 405.


Fig. 405. Zellen des Pigmentepithels der Netzhaut des Menschen. (Nach M. Schultze).


a, Flächenansicht; b, Seitenansicht. In letzterer erkennt man die langen wimperförmigen Fortsätze, pigmentlose Kuppe und Hut. Der Kern ist nicht dargestellt.





sind sechsseitige Prismen; seltener sind solche von 4—5 oder 7—9 Seiten. Die Durchmesser ihrer Grundflächen schwanken von 12—18 μ. Die grössten Zellen befinden sich am Randtheil der Pars optica retinae (an der Ora serrata). An Seitenansichten (Fig. 405 b) oder Durchschnitten ergibt es sich, dass die fraglichen Zellen zu der Gruppe der Stäbchenepithelien gehören und eine beträchtliche Höhe besitzen. Der basale an die Vasculosa grenzende Zellentheil zeigt sich frei von Pigmenteinlagerung. An der Grenze gegen die zweite Abtheilung des Zellkörpers liegt der helle ellipsoidische Kern. Die zweite Abtheilung selbst ist stark pigmentirt und läuft in zahlreiche, feine, pigmentirte Fortsätze (Stäbchen, wimperartige Fäden) aus, welche zwischen die Stäbchen und Zapfen der Pars optica retinae bis in die Nähe der Membrana limitans externa eindringen. Die Pigmentkörnchen sind langgestreckt, stabförmig und haben 1—5 μ Länge. Der Farbstoff (Fuscin) ist braun, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich; Licht bleicht denselben bei Gegenwart von Sauerstoff [Kühne, Mays]. Die Beleuchtung vermag selbst Wanderungen des Pigmentes zu veranlassen, indem unter dem Einfluss des Lichtes die Pigmentkörner in grosser Zahl längs der Stäbchen vordringen, im Dunkeln dagegen wieder zum Zellenleib zurückkehren. Man hat diesen Vorgang verglichen mit den Körnchenströmungen in den Pseudopodien von Rhizopoden. Von dem Zellenleib ist noch zu erwähnen, dass er sowohl basalwärts als seitlich von einer cuticularen Keratinhülle umgeben wird. Die hellen Linien zwischen den aneinander liegenden Zellen rühren von diesen, dem Angegebenen zufolge näpfchen- oder hütchenförmigen Cuticularhüllen her. So verhält sich das Pigmentepithel im Bereich der Pars optica retinae. Einfacher ist das Pigmentepithel im Bereich der Pars ciliaris und iridica retinae gestaltet. An der Pars ciliaris sind die Pigmentzellen nicht allein niedriger, sondern auch fortsatzlos: sie sind zu einem pigmentirten Epithel gewöhnlicher Art herabgesunken.

An der Pars iridica endlich liegen wesentlich die gleichen Verhältnisse vor, wie an der vorhergenannten. Die ihr angehörigen Zellen decken in ununterbrochener einfacher Lage die hintere Fläche der Grenzmembran der Iris. Am freien Rand der Iris nehmen die Zellen polygonale Umrisse an und gehen hier in das innere Blatt der Retina unmittelbar über, welches von dem äusseren in seiner ganzen Ausdehnung unmittelbar bedeckt wird. (Vergl. auch Corpus ciliare und Iris).

Wichtig ist, dass bei Albinos das Pigment der Retina fehlt.

2) Das innere Blatt der Retina.

Auch das innere Blatt der Retina zerfällt in eine Pars optica, Pars ciliaris und Pars iridica. Die beiden letzteren Abtheilungen sind sehr einfach gestaltet und betrachten wir dieselben zuerst, wie es sich im Anschluss an die Darstellung des äusseren Blattes der Retina naturgemäss ergibt.

Fig. 406.

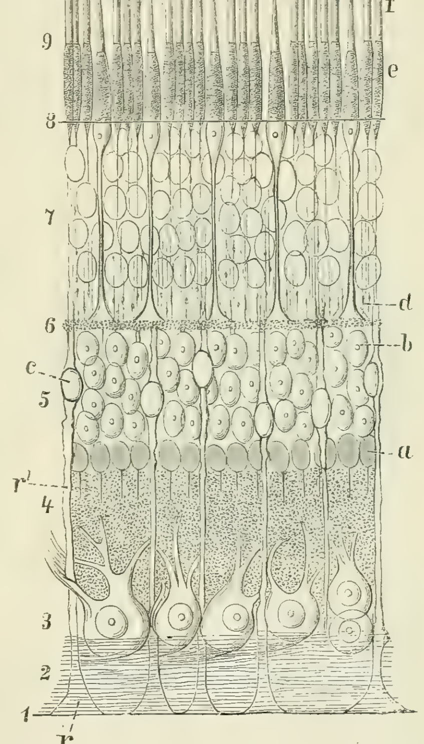


Fig. 406. Durchschnitt durch die Netzhaut des Menschen. Schematisch, mit Benutzung einer Abbildung M. Schultze's von Schwalbe entworfen.

1, Margo limitans (internus). 2, Nervenfaserschicht. 3, Ganglienzellenschicht (Ganglion nervi optici). 4, innere reticuläre Schicht. 5, Körnerschicht (innere Körnerschicht). a, Spongioblasten. b, Zellen des Ganglion retinae. c, Kerne der Müller'schen Radialfasern. 6, äussere reticuläre oder subepitheliale Schicht. 7—9. Schicht der Sehzellen. 7, ihre Kerne (äussere Körner). 8, Membrana limitans externa. 9, Stäbchen und Zapfen. d, kernfreie Zone der äusseren Körnerschicht, von Henle als äussere Faserschicht bezeichnet. e, Innenglieder, f, Aussenglieder der Stäbchen. 10, Pigmentepithel. r, Kegel der Müller'schen Stütz- oder Radial-Fasern. r', Müller'sche Fasern.

Die Pars iridica des inneren Blattes besteht aus einer Lage stark pigmentirter Epithelzellen, welche den Epithelzellen des äusseren Blattes unmittelbar aufliegen und mit ihnen zusammenhängen. Die Iris besitzt also, wie das Corpus ciliare im Ganzen eine aus zwei epithelialen Lagen bestehende hintere Grenzschicht. Die Dicke der hinteren Lage des Irisepithels beträgt 30 bis 35 μ. Die Zellen sind so stark mit Pigment beladen, dass der Kern verdeckt wird, keine Zellengrenzen wahrgenommen werden, und der Anschein eines Syncytium, d. i. eines aus Verschmelzung von Zellen hervorgegangenen Lagers entsteht. Bei Neugebornen und bei Albinotischen gelingt indessen der Nachweis von Zellen leicht. Die hintere Oberfläche der Pigmentschicht der Iris ist mit einer feinen Cuticula (Membrana limitans iridis) bedeckt.

Die Epithelzellen der Pars ciliaris des inneren Blattes der Retina sind ebenfalls nur in einfacher Lage vorhanden, dagegen pigmentfrei, feinkörnig und längsgestrichelt. Ihre Höhe beträgt im Gebiet der Ciliarfortsätze gegen 14 μ. Gegen die Ora serrata hin nimmt die Höhe dieser Epithelzellen beträchtlich zu (40—50 μ). Jenseits der Ora serrata treffen wir auf die Pars optica des inneren Blattes der Retina.

Die Pars optica des inneren Blattes der Retina erstreckt sich von der Eintrittsstelle des Sehnerven in den Bulbus bis zur Ora serrata. Im frischen Zustand ist diese zarte Haut durchsichtig und lässt bei der Betrachtung mit freiem Auge am Anfangstheil des Corpus ciliare ihren Uebergang in die Pars

ciliaris retinae als feingezackten Rand (Ora serrata) erkennen (Fig. 402, 11). Die Pars optica geht hiernach nicht entsprechend einer einfachen Kreislinie in die Pars ciliaris über, sondern die Uebergangslinie ist mit vielen kleinen Vorsprüngen und dazwischen liegenden Ausbuchtungen versehen. In schön ausgebildeten Fällen können 40 bis 50 solcher Zacken gezählt werden. Man glaubte in früherer Zeit, dass an dieser Stelle die Retina überhaupt ihr Ende finde, während wir gegenwärtig wissen, dass daselbst nur die Pars optica retinae unter rascher Verdünnung ihr Ende erreicht.

Im Gebiet der Pars optica des inneren Blattes sind zwei Stellen durch Besonderheiten ausgezeichnet. Die eine derselben ist die Stelle des Sehnerveneintritts, welche gegen 4 mm medianwärts vom hinteren Pol des Augapfels liegt. Sie erscheint als kreisförmiger weisser Fleck von 1,5 bis 1,7 mm Durchmesser, Papilla nervi optici (Fig. 407). Das Mittelfeld der Papilla optica zeigt eine leichte Vertiefung, die physiologische Excavation des Sehnerven. Aus ihr sieht man die Centralgefässe des Sehnerven auftauchen, um sich in der Netzhaut auszubreiten.

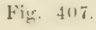




Fig 407. Die hintere Hälfte der Netzhaut des linken Auges von vorn. (Nach Henle). 2/1.

s, Durchschnittsrand der Sclerotica, ch, der Chorioides, r. der Retina. Im Centrum der letzteren erkennt man die Fovea centralis; der helle Fleck links davon entspricht der Papilla optici, von deren Mitte die Gefässe der Netzhaut sich ausbreiten.

Lateralwärts (temporalwärts) von der Papilla optici liegt die zweite besondere Stelle (Fig. 407 in der Mitte). Sie ist ausgezeichnet durch gelbe Pigmentirung und wird darum Macula lutea genannt. Ihre Form ist queroval, ihr Centrum stark verdünnt. Der in Folge der Verdünnung eingesunkene, vertiefte Theil der Macula lutea heisst Fovea centralis. Die Lage der letzteren entspricht nahezu dem hinteren Augenpol. Am frischen Auge und also auch im Augenspiegelbild erscheint die Macula lutea und die Stelle der Fovea centralis nicht gelb, sondern letztere lässt ihrer grossen Dünnheit und Durchsichtigkeit wegen die Unterlage durchschimmern; sie erscheint braunroth oder braun. An der abgelösten Retina und im abgestorbenen Auge tritt die gelbe Farbe der Macula lutea deutlich hervor, da die Retina undurchsichtig wird und das unterliegende Gewebe nicht mehr sichtbar ist. Die Macula lutea hat einen queren Durchmesser von etwa 2 mm, die Fovea centralis nur 0,2 bis 0,4 mm. Der Abstand zwischen der Mitte der Papilla optica und der Fovea centralis beträgt nach Landolt 3,915 mm; sie liegt zugleich etwas unterhalb der Horizontalebene der Papille.

Die Dicke der Netzhaut nimmt vom Rande der Papilla optica nach der Ora serrata hin im Allgemeinen langsam ab. An der Papille etwa 0,4 mm dick, misst sie in 8 mm Entfernung von dieser Stelle auf der Nasenseite nur noch 0,2, und sinkt an der Ora serrata auf 0,1 mm herab. An der temporalen Seite wird das Verhältniss abgeändert durch die Macula lutea und Fovea centralis; die

dickste Stelle der Macula lutea kann bis 0,49 mm messen, während der Grund der Fovea centralis auf 0,1 bis 0,8 mm herabsinkt.

Die dem Lichte einige Zeit hindurch ausgesetzt gewesene Netzhaut erscheint farblos; die durch die Einwirkung des Lichtes nicht gebleichte Netzhaut dagegen ist purpurfarben. So kommt sie besonders schön bei Thieren zur Beobachtung, welche im Dunkeln gehalten waren. Schon frühere Beobachter hatten rothe Färbungen der Netzhaut bei verschiedenen Wirbelthieren wahrgenommen; doch erst Boll erkannte die purpurrothe Farbe als allgemeine Eigenschaft der Netzhaut und war der Meinung, sie sei von dem Leben des Thieres abhängig. Kühne dagegen zeigte, das Verschwinden der rothen Farbe sei nicht eine Folge des Absterbens, sondern eine Wirkung des Lichtes. Der Farbstoff, Sehpurpur, Rhodopsin, haftet an den Aussengliedern der alsbald zu betrachtenden Stäbchen der Netzhaut; er fehlt der Macula lutea und Fovea centralis, sowie einer 3 bis 4 mm breiten Randzone der Ora serrata. Unter der Wirkung des Lichtes geht die Farbe der Netzhaut meist durch roth, orange, gelb und chamois zur Farblosigkeit über. Diese Farbenveränderung erklärt sich aus der Beimischung eines Zersetzungsproduktes des Sehroth, des Sehgelb (Xanthopsin), das sich in langwelligem Licht langsamer zersetzt. Ist die Netzhaut abgeblasst, so erfolgt im Dunkeln rasch eine Wiederherstellung des Sehroth (beim Frosch nach 1 bis 2 Stunden, beim Kaninchen nach $^1/_2$ Stunde). Die Wiederherstellung tritt auch am herausgeschnittenen Auge ein, wie besonders Untersuchungen am Frosch zeigten. Die den Farbstoff liefernde Schicht ist das äussere Blatt der Netzhaut, das bereits betrachtete Pigment-Epithel. Wird das Pigment-Epithel entfernt, so bleibt die Regeneration aus.

Von der Papilla optici bis zur Ora serrata zeigt sich das innere Blatt der Netzhaut aus mehreren Schichten zusammengesetzt, die am besten an feinen Querschnitten erkannt werden (Fig. 406). Gehen wir bei ihrer Betrachtung von aussen nach innen vor, so folgt auf das uns bereits bekannte Pigment-Epithel (10) die Schicht der Stäbchen und Zapfen (9). Eine der Oberfläche der Netzhaut parallele feine Membran, welche auf dem Querschnitt als scharf gezeichnete Linie erscheint (8), Membrana limitans externa, scheidet die Stäbchen und Zapfen von der sogenannten äusseren Körnerschicht (7). Letztere Schicht ist aber nichts anderes als der kerntragende Abschnitt der Stäbchen- und Zapfenlage; beide bilden zusammen ein Ganzes, die Schicht der Sehzellen [W. Müller]; Stäbchen und Zapfen sind hierin die kernlosen, die sogenannten äusseren Körner die kerntragenden Theile des Neuro-Epithels, welches aus den Sehzellen besteht. Diesem epithelialen, äusseren Haupttheil des inneren Blattes der Netzhaut folgt der innere Haupttheil derselben zunächst mit der äusseren reticulären Schicht (Zwischenkörnerschicht) (6); ihr folgt nach innen die bedeutend dickere innere Körnerschicht (5), darauf die innere reticuläre Schicht (innere granulirte Schicht) (4); an sie schliesst sich die an den meisten Stellen der Netzhaut einfache Lage grosser multipolarer Ganglienzellen, die Ganglienzellenschicht (3), an. Endlich folgt die Schicht der blassen Sehnervenfasern (2), welche von der Papille bis zur Ora serrata sich allmählich verdünnt. Nach dem Glaskörper zu ist die Retina begrenzt durch einen scharfen Saum, Margo limitans (1), der auch als besondere Grenzmembran, Membrana limitans in-

terna beschrieben werden kann. Der aus den Schichten 6 bis 1 bestehende innere Haupttheil der Retina wird häufig mit dem nicht besonders glücklichen Namen Gehirnschicht bezeichnet; man will damit den Gegensatz dieser Schicht zur epithelialen Schicht der Sehzellen hervorheben. Es ist klar, dass die letztere Schicht dem Epithel des Centralkanals des Medullarrohrs oder dem Ventrikelepithel entspricht, die übrigen Schichten entsprechen der grauen und weissen Substanz. Die Gefässe der Retina verbreiten sich nur in der inneren Hauptschicht, dringen dagegen nicht in die äussere Hauptschicht (d. i. in das Neuro-Epithel) vor.

Eigenthümlich gestaltet ist das in ansehnlicher Menge vorhandene Stützgewebe der Netzhaut. Es ist derselben Abkunft wie die Sehzellen, Ganglienzellen u. s. w., hat sich aber nach einer anderen Richtung hin entwickelt. Unter den verschiedenen Theilen dieser Stützsubstanz zeichnen sich starre Fasern aus, welche in radiärer Richtung den ganzen inneren Haupttheil der Retina durchsetzen und mit ihren letzten Ausläufern weit in den äusseren Haupttheil (das Neuro-Epithel) vordringen. Es sind dies die von H. Müller entdeckten Radialfasern oder Stützfasern (Müller'sche Fasern) (Fig. 406, r, r'). Die Radialfasern beginnen an der inneren Oberfläche der Netzhaut je mit einer kegelförmigen Anschwellung, dem Radialfaserkegel (Fig. 406, r). Die Basen dieser Kegel entsprechen dem erwähnten Margo limitans (Fig. 406, 1) und stellen ihn dadurch her, dass die basalen Flächen sich dicht aneinanderschliessen. Letztere sind besonders randwärts durch cuticulare Säume verdickt und vom Glaskörper abgegrenzt. Die Spitzen der Kegel ziehen durch die Nervenfaser-, Ganglienzellen- und innere reticuläre Schicht, entsenden im Gebiet der inneren Körnerschicht nach verschiedenen Richtungen hin zarte faserige und plattenförmige Fortsätze, und lösen sich im Gebiet der äusseren Körnerschicht in feine

Fig. 408.

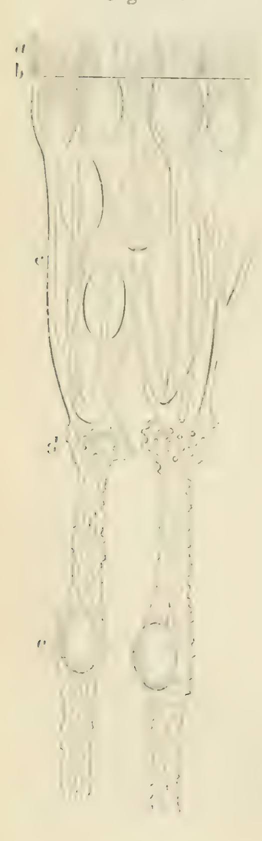


Fig. 408. Aeusserer Theil zweier Radialfasern der menschlichen Retina. (Nach M. Schultze). $^{1000}/_{1}$.

a, Faserkörbe (Nadeln) um die Basen der Stäbchen und Zapfen. b, Membrana limitans externa. c, Fachwerk der Faserausstrahlungen im Gebiet der äusseren Körnerschicht. d, äussere reticuläre Schicht, in welcher der Durchtritt der Radiärfasern nicht zu erkennen ist (es scheint vielmehr fälschlich eine Verschmelzung mit deren Substanz statt zu finden). e, Kerne der Radialfasern.

Fasern und Streifen auf (Fig. 408, c), um sich mit der feindurchlöcherten Membrana limitans externa (Fig. 408, b) zu verbinden. Letztere selbst entsendet nach aussen zahlreiche feine Fortsätze (Fig. 408, a) zwischen die Basen der Stäbchen und Zapfen. Innerhalb der inneren Körnerschicht liegt jeder Radialfaser ein Kern unmittelbar an (Fig. 408, e) oder wird in eine Grube ihrer Substanz aufgenommen. Auch das Innere des Radialfaserkegels kann einen Kern enthalten. Die Radialfasern sind in den peri-

pheren Theilen der Netzhaut dichter gedrängt, als in den centralen; im Gebiet der Macula lutea nehmen sie rudimentäre Formen an.

Nachdem wir so einen Ueberblick über die Zusammensetzung des inneren Blattes der Retina gewonnen haben, ist es nothwendig, die einzelnen Schichten genauer kennen zu lernen. Hiebei ist es zweckmässig, zuerst das ausserhalb der Macula lutea gelegene Netzhautgebiet, dann den Bau der Macula lutea zu betrachten.

a) Das perimaculäre Gebiet der Netzhaut.

1) Die Nervenfaserschicht (Fig. 406, 2).

Sie besteht aus Bündeln von Axencylindern, welche durch Gliazellen zusammengehalten werden. Die einzelnen Bündel zeigen reichliche plexusartige Verbindungen untereinander. Nasalwärts von der Papille ist die Ausstrahlung des Geflechtes eine rein radiäre. In der temporalen Hälfte erfährt die radiäre Anordnung eine Störung durch die Macula lutea (Fig. 409). Die in den Raum zwischen der Papilla und Macula ziehenden Bündel, Maculabündel, sind sehr fein und ziehen theilweise in gerader Richtung lateralwärts. Die oben und unten sich anschliessenden Bündel haben zuerst radiären Verlauf, ändern diesen aber darauf so, dass die oberen nach unten, die unteren nach oben ziehen. Die dem Maculabündel benachbarten vereinigen sich dabei bogenförmig, unter reichlicher Plexusbildung, die übrigen biegen allmählich wieder in radiäre Richtung um [Michel]. Im Gebiet der Fovea centralis fehlt die Nervenfaserlage gänzlich, ebenso jenseits der Ora serrata, nachdem die Bündel auf ihrem Wege zu ihr immer feiner und dünner geworden sind.

Fig. 409.

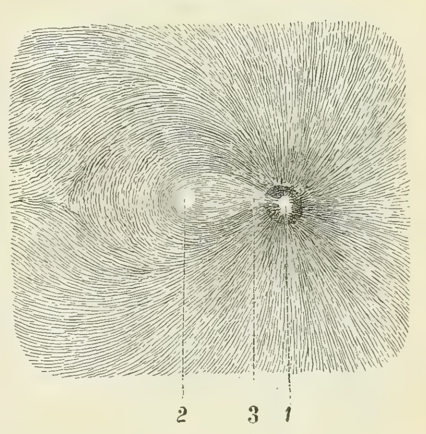


Fig. 409. Ausstrahlung der Sehnervenfasern auf der inneren Oberfläche der Retina. Flächenansicht. (Nach Michel).

1, Papilla optici; 2, Fovea centralis; 3, Macula Bündel.

Nach Gudden würde das ungekreuzte Bündel des Opticus (s. oben S. 420) beim Hunde zunächst an die mediale Seite des Opticus gelangen, beim Kaninchen dagegen in seiner lateralen Lage verharren. Nach Ganser verläuft das ungekreuzte Bündel (bei der Katze) durchaus lateral und verbreitet sich in den temporalen zwei Dritteln der Netzhaut. Die Macula lutea scheint theilweise vom gekreuzten, theilweise vom ungekreuzten Bündel versorgt zu werden [Vossius].

2) Die Ganglienzellenschicht (Fig. 406, 3).

Sie besteht im grössten Theil der Retina aus einer einfachen Schicht von Ganglienzellen. In der Nähe der Macula lutea liegen zwei Schichten übereinander; innerhalb der Macula aber wachsen sie bis auf acht und zehn Schichten

an. In den peripheren Theilen der Netzhaut rücken die Zellen wieder auseinander und werden in der Gegend der Ora serrata nur ganz vereinzelt gefunden. Die Zellen sind multipolare, haben 10 bis 30 μ Durchmesser und entsenden ihren Axencylinderfortsatz in die Nervenfaserschicht, einen oder mehrere verästelte Fortsätze nach aussen in die innere reticuläre Schicht. Die Sehnervenfasern übertreffen die Ganglienzellen bedeutend an Zahl, können daher nicht sämmtlich aus den Axencylinderfortsätzen der Ganglienzellen hervorgehen. Zahlreiche Fasern müssen vielmehr aus weiter aussen gelegenen Schichten der Retina entspringen [Schwalbe]. Die verästelten Fortsätze dringen mit ihren Ausläutern bis in die innere Körnerschicht ein und endigen vielleicht in deren Zellen [Merkel, Gunn]. In der Macula lutea sind die Ganglienzellen spindelförmig, dem Axencylinderfortsatz steht nur ein verästelter Fortsatz gegenüber.

3) Die innere reticuläre Schicht (Fig. 406, 4).

Bei schwächeren Vergrösserungen feinkörnig erscheinend und darum innere granulirte oder molekuläre Schicht genannt, zeigt sie sich mit starken Systemen als ein feines Netzwerk, dessen Bälkchen aus Hornsubstanz bestehen [Kühne, Kuhnt]. Diese Schicht, das Neurospongium von W. Müller, misst im grössten Theil der Retina 40 μ, an der Ora serrata 30 bis 35 μ. Sie enthält beim Menschen und den höheren Wirbelthieren keine Kerne oder Zellen, sondern wird anscheinend von der angrenzenden Zellenlage der inneren Körnerschicht gleich einer Intercellularsubstanz abgeschieden. Jene Zellenlage (Fig. 406, a) wurde darum die Schicht der Spongioblasten genannt [W. Müller].

4) Die innere Körnerschicht (Fig. 406, 5).

Sie besteht aus kleinen Zellen, deren untere Schicht oder Schichten als Spongioblasten-Lage soeben Erwähnung gefunden hat. Die Zellen dieser letzteren nehmen Farbstoffe begieriger auf und besitzen nur einen, gegen das Neurospongium gerichteten Fortsatz. Die übrigen Zellen, Kornzellen, bilden die äussere Abtheilung der Körnerschicht und sind nichts anderes, als kleine Ganglienzellen mit mächtigem ovalem Kern (Fig. 410). Der centrale Fortsatz dieser Zellen ist zur Bildung von Varicositäten geneigt und konnte bis tief in die innere reticuläre Schicht verfolgt werden [Schwalbe].

Fig. 410.



Fig. 410. Ganglienzellen des Ganglion retinae.
a—c vom Frosch d vom Kalb. Der äussere Fortsatz ist gegabelt oder (d) mehrfach verästelt; der innere Fortsatz ist eine lange feine varicöse Faser.

Ob er mit Nervenfasern oder mit Ausläufern der Ganglienzellen der Schicht 3 zusammenhängt, ist unsicher, ersteres jedoch wahrscheinlicher. Der äussere Fortsatz der Kornzellen ist dicker, hat die Beschaffenheit des Zellkörpers und theilt sich an der äusseren Grenze der inneren Körnerschicht meist in zwei oder mehr Fortsätze, die in der Ebene der äusseren reticulären Schicht verlaufen; er entspricht einem Protoplasmafortsatz. Dass in der inneren Körnerschich

auch die Kerne der Radialfasern liegen, wurde bereits erwähnt (Fig. 406, c). Die kleinen Nervenzellen (Kornzellen) der inneren Körnerschicht wurden nach W. Müller häufig auch als Ganglion retinae bezeichnet, zum Unterschied vom Ganglion optici, welches durch die Schicht 3 dargestellt wird.

5) Die äussere reticuläre Schicht, Zwischenkörnerschicht, subepitheliale Schicht (Fig. 406, 6).

Sie bildet eine schmale Lage scheinbar granulirter Substanz, besteht indessen aus einem feinen Netzwerk, welches Kerne mit umgebendem Protoplasma einschliesst. An Flächenpräparaten zeigen sich diese Zellen als sternförmige Gebilde, deren verästelte Ausläufer sich untereinander zu einem Netzwerk verbinden. Die äussere reticuläre Schicht ist im Ganzen vielleicht nur eine Stützsubstanzlage, welche von den Müller'schen Radialfasern durchsetzt wird. Aussen nimmt sie die Enden der epithelialen Lage auf, innen die Enden der Kernzellenfortsätze. Ob zwischen beiden eine unmittelbare Verbindung besteht, wie von Vielen angenommen wird, ist schwer festzustellen. Nach W. Krause besteht die äussere reticuläre Schicht aus platten Zellen, die mit ihren Rändern theilweise aneinanderstossen, theilweise Lücken zwischen sich lassen und so eine Membrana fenestrata darstellen. In sie sollen einerseits die Radialfasern, andererseits die Stäbchen- und Zapfenfasern übergehen, welche er sämmtlich für nicht-nervöse Elemente erachtet.

6) Die Schicht der Sehzellen (Fig. 406, 7–9; Fig. 411).

Die Kerne der Sehzellen bilden eine zusammenhängende Lage, die äussere Körnerschicht (Fig. 406, 7), welche durch die Membrana limitans externa (Fig. 406, 8; Fig. 411, 2) von der kernfreien Zone getrennt wird. Letztere enthält die zu stäbchen- und zapfenförmigen Gebilden umgewandelten Aussentheile der Sehzellen.

Fig. 411.

Fig. 411. Aeussere reticuläre und Sehzellen-Schicht der menschlichen Netzhaut. Schematisch. (Nach M Schultze). $^{800}/_{1}$.

1, äussere reticuläre oder subepitheliale Schicht. 2, Membrana limitans externa. 3, Innenglieder, 4, Aussenglieder der Stäbchen. a', Stäbchen-Ellipsoid mit faseriger Textur. 5, Stäbchenkorn (kernhaltige Anschwellung der Stäbchen-Sehzelle). 6, Stäbchenfaser. 3—6, Stäbchen-Sehzelle. 7, Zapfen-Innenglied. 8, Aussenglied des Zapfens. a, Ellipsoid desselben. 9, Zapfenkorn (kernhaltige Anschwellung der Zapfen-Sehzelle). 10, Zapfenfaser. 7—10, Zapfen-Sehzelle.

Die Aussentheile der Sehzellen bestehen aus Stäbchen (Fig. 411, 3 u. 4) und Zapfen (7 u. 8). Erstere sind in überwiegender Anzahl vorhanden und besitzen eine grössere Länge, als die Zapfen; im Ganzen also wird durch diese Anordnung eine in zwei verschiedenen Höhen liegende Ausbreitung von Endapparaten hervorgebracht.

a) Die Stäbchen-Sehzellen, Lichtzellen (Fig. 411, 3–6).

Jede Stäbchen-Sehzelle besteht aus einem Stäbchen, einer Stäbchenfaser und einem Stäbchenkorn.

Die Stäbchen der menschlichen Netzhaut sind cylindrische Gebilde von etwa 60 μ Länge und 2 μ Dicke, und bestehen aus einem Aussen- und einem Innenglied. Das Aussenglied (Fig. 411, 4) ist cylindrisch, homogen, stark glänzend, doppelt brechend, in Karmin nicht färbbar. Das Innenglied (3) ist feinkörnig, färbt sich in Karmin, ist einfach lichtbrechend und weniger regelmässig cylindrisch, sondern leicht spindelförmig gestaltet. Das Aussenglied entspricht einem Cuticulargebilde, das Innenglied dem peripheren protoplasmatischen Theil einer Epithelzelle. Die Basis des Aussengliedes erscheint geradlinig abgeschnitten, das periphere Ende dagegen kuppelförmig gewölbt oder treppenartig abgestuft. Mit starker Vergrösserung lässt sich eine etwas spiralig gedrehte Längsstreifung erkennen, vielleicht der Ausdruck der Anlagerung der peripheren Fäden der Pigment-Epithelien (s. oben S. 710). Ausserdem tritt eine feine Querstreifung hervor. Letztere ist der Ausdruck einer Zusammensetzung des Aussengliedes aus einer grossen Anzahl über einander geschichteter kreisförmiger Plättchen von 0,6 μ Höhe, die durch ein Bindemittel zusammengehalten werden [M. Schultze]. Die Aussenglieder der Stäbchen besitzen ferner eine zarte structurlose Hülle, die aus Neurokeratin besteht [Kühne]. Die von der Hülle eingeschlossene Substanz färbt sich in Osmiumsäure grünschwarz oder grünbraun, während das Nervenmark braunschwarz gefärbt wird; Kühne nennt darum jene Substanz Myeloid. An den Stäbchen-Aussengliedern haftet ferner der Sehpurpur (s. oben S. 713); er fehlt daher den Stellen, an welchen nur Zapfen vorkommen, der Fovea centralis. Das Vorkommen einer axialen Faser im Aussenglied der Stäbchen, der sogenannten Ritter'schen Faser, ist insoweit zuzugestehen, als die Innensubstanz des Aussengliedes eine festere Rinden- und eine weichere Axensubstanz erkennen lässt [Schwalbe]. Auch die Innenglieder zeigen häufig eine Längsstreifung. Diese ist zurückzuführen auf die Anlagerung der feinen Fortsätze der Membrana limitans externa, die als Faserkörbe [M. Schultze] die Innenglieder umgeben. Im äusseren Theil des Innengliedes befindet sich ein linsenförmiges Gebilde, welches mit Osmiumsäure behandelt leicht eine faserige Structur erkennen lässt; man nennt es den Fadenapparat [M. Schultze] oder auch das Stäbchen-Ellipsoid. Es ist bei den meisten Wirbelthieren, sehr leicht z. B. beim Frosch nachzuweisen.

Die Stäbchenfasern (Fig. 411, 6) haben Neigung zu Varikositätenbildung und sitzen der äusseren reticulären Schicht mit einer kleinen kegelförmigen Anschwellung auf. An irgend einer Stelle ihres Verlaufes wird diese Faser durch ein Stäbchenkorn unterbrochen (Fig. 411, 5); bald liegt das Korn in der Nähe der Limitans externa, bald mehr in der äusseren reticulären Schicht. So erinnert das Bild lebhaft an die Verhältnisse der Riechzellen und ihres Kornabschnittes. Das Stäbchenkorn besteht fast ganz aus einem ellipsoiden Kern von 6 bis 7 μ Länge und querer Bänderung [Henle]. Die Pole sind immer von einer dunklen tingirbaren Substanz eingenommen, die hellen Bänder können einfach oder mehrfach vorhanden, auch gebogen sein (Fig. 412).

Fig. 412.

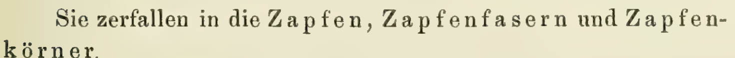




Fig. 412. Kerne der Stäbchen-Sehzellen. $^{1000}/_{1}$. Mit Querstreifen.
a, b, von der Katze; c, d, vom Kalbe.

b) Die Zapfen-Sehzellen, Farbenzellen (Fig. 411, 7—10).

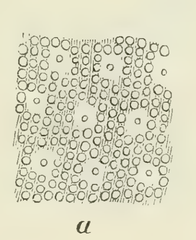
Sie zerfallen in die Zapfen, Zapfenfasern und Zapfenkörner.



Die Zapfen besitzen ein stark lichtbrechendes Aussenglied (Zapfenstäbchen) und ein blasses, weiches Innenglied (Zapfenkörper) (Fig. 411, 8 u. 7). Das Aussenglied ist kegelförmig, kürzer als das der Stäbchen und ohne Sehpurpur. Die Innenglieder sind 6 — 7 μ dick, bauchig aufgetrieben und reichen nicht so weit nach aussen, als die Innenglieder der Stäbchen. Sie enthalten im peripheren Theil das Zapfen-Ellipsoid, welches beim Menschen ähnlich dem Fadenapparat der Stäbchen beschaffen ist und den grösseren Theil des Zapfenkörpers ausfüllt. Das Aussenglied der Zapfen besteht aus quer über einander liegenden Scheibchen und ist von einer Keratinhülle umgeben. Dem Menschen und den meisten Säugethieren fehlen dagegen die bei den übrigen Wirbelthieren weit verbreiteten farblosen oder farbigen Kugeln im Innenglied der Zapfen. So kommen besonders bei den Vögeln und Reptilien neben farblosen Kugeln rubinrothe, orangefarbene, gelbe, gelbbraune, grüne, blassblaue vor; sie füllen die Spitze des Innengliedes vollständig aus.

Bei den Fröschen sind die Zapfen auffallend klein, sehr gross bei den Fischen, schlank und stäbchenähnlich bei Reptilien und Vögeln. Bei Reptilien und Vögeln überwiegen die Zapfen an Zahl. Beim Menschen liegen im grösseren Theil der Netzhaut je drei bis vier Stäbchen in der Verbindungslinie zwischen den zwei nächsten Zapfen (Fig. 413, a). In der Nähe der Macula lutea rücken

Fig. 413.



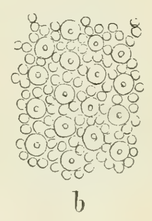


Fig. 413. Ansicht der Aussenfläche der Retina des Menschen nach Entfernung des Pigmentepithels. (Nach M. Schultze). $^{500}/_{1}$.

a, Anordnung der Stäbchen (einfache kleine Kreise) und Zapfen (Doppelkreise) in den meisten Theilen der Netzhaut. b, Anordnung in der Umgebung der Macula lutea.

die Zapfen näher zusammen, so dass je ein Zapfen von einem einfachen Kreise von Stäbchen umgeben wird. In der Macula lutea selbst sind, wie angegeben, nur Zapfen vorhanden. Die Gesammtzahl der Zapfen beträgt in der menschlichen Retina etwa 3,360,000 und übertrifft die Zahl der Sehnervenfasern (s. oben S. 709) weit.

Die Zapfenkörner liegen überall, mit Ausnahme der Macula lutea, der Membrana limitans externa dicht an (Fig. 411, 9). Der Kern des Korns ist sehr gross und ellipsoid gestaltet, enthält keine Bänder, dagegen ein deutliches Kernkörperchen. Die von dem Korn ausgehende Zapfenfaser ist verhältnissmässig breit (1,1 bis 1,3 μ), längsgestreift, läuft radiär nach innen und setzt sich mit kegelförmigem Ansatzstück an der äusseren reticulären Schicht

fest. Von dem Rand der Basis dieses Kegels scheinen feine Fäserchen abzugehen, die vielleicht mit feinen Nervenfasern in Verbindung stehen.

Zapfenkörner und Stäbchenkörner bilden zusammen die beim Menschen gegen 50 bis 60 μ dicke äussere Körnerschicht; die Zapfenkörner nehmen hierin die äussere Lage ein. Die Verbindung der Körner mit den Zapfen und Stäbchen wird nicht etwa, wie man nach der Zeichnung glauben könnte, durch die Membrana limitans externa unterbrochen; vielmehr ist letztere dünne Haut, die aus einer dem Keratin nahe stehenden Substanz besteht [Kuhnt], mit überaus vielen grösseren und kleineren Oeffnungen für die Zapfen und Stäbchen-Sehzellen versehen. Die beiden Abtheilungen der Sehzellen hängen also unmittelbar mit einander zusammen.

b) Maculärer Theil der Netzhaut.

Die gelbe Färbung der Macula lutea (s. oben S. 712) rührt von einem diffusen gelben Farbstoff her, der alle vor den Sehzellen gelegenen Netzhautschichten der Macula durchtränkt, den Sehzellen aber fehlt; er fehlt darum auch dem Grunde der Fovea centralis. Ueber den Bau des maculären Theils der Netzhaut orientirt Fig 414. Die Verdickung des peripheren Theils der Macula

Fig. 414.

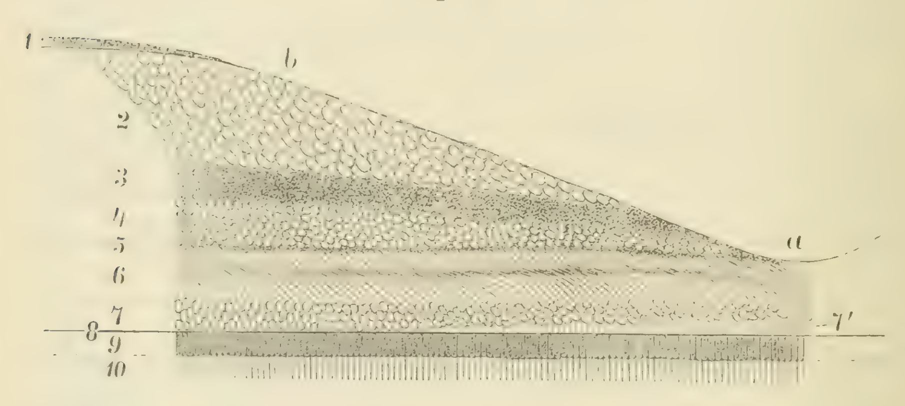


Fig. 414. Durchschnitt durch die Macula lutea und Fovea centralis des Menschen (Nach einem Präparate von Kuhnt entworfen). Halbschematisch.

a, Fundus foveae. b, Abhang der Macula lutea nach der Fovea zu. 1, Nervenfaserschicht. 2, Ganglienzellenschicht. 3, Innere reticuläre Schicht. 4, Körnerschicht. 5, äussere reticulirte Lage. 6, äussere Faserschicht von Henle, bestehend aus den gebogenen Zapfenfasern. 7, Schicht der Zapfenkerne (äussere Körnerschicht). 7', kernfreie Zone zwischen Zapfenkernen und Membrana limitans externa (8). 9, Innen-Glieder der Zapfen-Sehzellen. 10, deren Aussenglieder.

beruht vorzugsweise auf einer mächtigen Zunahme der Nervenzellen. Nach dem Grund der Fovea centralis dagegen hört zuerst die Nervenfaserschicht (Fig. 414, 1), darauf die Schicht der Ganglienzellen und die innere reticuläre Schicht (2 u. 3), dann die innere Körnerschicht mit der äusseren reticulären (4 u. 5) auf. Im Grund der Fovea sind demnach nur die Sehzellen-Bestandtheile, und zwar die Zapfen-Sehzellen vorhanden (Fig. 414, a). Nur ein sehr feiner Streifen feinreticulirter Substanz deckt noch die Zapfenfaserlage; er entspricht einem Rest der beiden reticulären Schichten. Der Fundus foveae [Kuhnt] ist von ovaler Form und misst in horizontaler Richtung 0,2, in vertikaler nur 0,15 mm.

Im tiefsten Grunde liegen die Zapfenkörner nur in einfacher Lage; die Retina hat hier nur 80 μ Dicke.

Die Zapfen der Macula gestalten sich in der Weise um, dass sie, während anfänglich ihr Innenglied noch 4 bis 5 μ dick ist, alsbald zu schlanken Gebilden von 60 bis 75 μ Länge und 2 bis 2.5 μ Dicke werden. Innerhalb der gefässfreien Strecke kommen nach Becker etwa 13000 Zapfen vor. Die Körner der Zapfen-Sehzellen liegen nicht unmittelbar an der Innenfläche der Membrana limitans externa, sondern beginnen erst in 12 μ Abstand (Fig. 414, 7'); sie finden nicht in einfacher Schicht Platz, sondern liegen in 3 bis 4 Schichten übereinander. Eigenthümlich ist der Verlauf der langen Zapfenfasern. Sie laufen im Allgemeinen radiär nach aussen, um zu ihren peripheren Verbindungen zu kommen. So entsteht (Fig. 414, 6) eine mächtige äussere Faserschicht [Henle], deren Dicke bis 170 μ beträgt.

Ein gelber Fleck mit Fovea centralis kommt nur noch den Affen zu, eine nicht pigmentirte Area centralis [H. Müller] aber wahrscheinlich allen Säugethieren. Den Vögeln fehlt die Fovea nicht, sie kann selbst doppelt sein. Auch bei Reptilien und Amphibien ist sie gefunden worden.

Ob die Fovea centralis als ein Rest der fötalen Retinalspalte aufgefasst werden könne, wie vermuthet wurde, ist noch zweifelhaft.

Zusammenhang der Netzhautelemente.

Wenn man auch gegenwärtig die Sehzellen (Stäbchen- und Zapfen-Sehzellen) als die letzten Endigungen des N. opticus und als diejenigen Elemente betrachten darf, welche die Wirkung des Lichtes aufzunehmen und zu vermitteln haben, so ist damit noch nichts Genaueres bekannt über den Zusammenhang der einzelnen Theile des nervösen Apparates. Sichergestellt ist, dass die Axencylinderfortsätze der Ganglienzellenschicht zu Nervenfasern der Nervenfaserschicht werden. Unbestimmt ist dagegen schon das Zahlenverhältniss der Ganglienzellen zu den Nervenfasern, wenn auch im Allgemeinen letztere sich stark in der Ueberzahl zu befinden scheinen. Am nächsten würde nun liegen, anzunehmen, dass die durch die Ganglienschicht hindurchtretenden Fasermengen in den kleinen Ganglienzellen (Kornzellen) der inneren Körnerschicht ihr Ende finden. Letztere (die Kornzellen) könnten auf der anderen Seite mit Stäbchenfasern, die verästelten Fortsätze der Zellen des Ganglion optici dagegen mit Zapfenfasern in Verbindung stehen Gegen diese Annahme aber sprechen besonders die Verhältnisse der Macula lutea; obwohl in ihr nur Zapfen vorkommen, so ist das Gebiet der Macula lutea nicht allein mit gehäuften Ganglienzellen (des Ganglion optici), sondern auch mit innern Körnern (Kornzellen) versehen. Mit Berücksichtigung der Verhältnisse der Macula lutea möchte es also eher scheinen, dass die Zapfenfasern sowohl mit den grossen als mit den kleinen Ganglienzellen in Verbindung stehen, da doch wohl eine Verbindung der Zapfen mit nervösen Elementen angenommen werden muss. Für eine unmittelbare Verbindung der nervösen inneren Körner (Zellen des Ganglion retinae) mit den basalen Enden beider Formen der Sehzellen haben sich insbesondere Merkel, Gunn und Kuhnt ausgesprochen. Schwalbe erinnert ferner an die Möglichkeit, dass centralwärts verlaufende Sehnervenfasern aus der Vereinigung der feinen Nervenfibrillen

hervorgehen, welche innerhalb der inneren reticulären Schicht aus den Verästelungen der Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen des Ganglion optici hervorgehen. Für den Ursprung von Sehnervenfasern aus den centralen Fortsätzen der Kornzellen spricht die Schichtenfolge in der Netzhaut von Petromyzon. Hier liegt die Nervenfaserschicht nicht am weitesten nach innen, wie gewöhnlich, sondern unmittelbar einwärts von der inneren Körnerschicht; dann folgt die innere reticuläre und endlich hart an der Membrana limitans interna die Ganglienzellenschicht. Die Opticusfaserlage liegt hier also zwischen den beiden Ganglienzellenschichten. Hieraus wird es unwahrscheinlich, dass die nervösen Zellen der Körnerschicht zunächst mit den Ganglienzellen des Opticus und erst durch Vermittelung dieser mit Sehnervenfasern in Verbindung treten. Von Interesse für die Entscheidung der Frage des Zusammenhangs der Elemente sind ferner die Ergebnisse secundärer Degeneration nach Durchschneidung des Sehnerven. Es degenerirten nur die Sehnervenfasern und Ganglienzellen des Ganglion optici, während alle übrigen Schichten intact blieben [Lehmann, Krause]. Auch die Untersuchung der Retina anencephaler Monstra ergab nur Mangel der Nervenfasern und der anliegenden Ganglienzellen; alles Uebrige war gut ausgebildet [v. Wahl, Manz]. Nun waren also die Kornzellen, die doch ebenfalls als Ganglienzellen anerkannt sind, erhalten geblieben: die fehlende Degeneration der Stäbchen und Zapfen beweist darum nicht sicher ihre Zusammenhangslosigkeit mit Nervenfasern. Dass in der That die Stäbchen und Zapfen die Lichtempfindung vermitteln, geht aus der Erscheinung der Purkinje'schen Aderfigur hervor, welche durch den Schatten, den die bis in die äussere reticuläre Schicht vordringenden Netzhautgefässe auf die Lichtempfindung-vermittelnde Schicht werfen, zu Stande kommt [H. Müller]. Denn nach aussen von der äusseren reticulären bleibt keine andere Schicht übrig, als die der Sehzellen. In Erwägung zu ziehen bei der Frage des Zusammenhangs der Elemente der Netzhaut ist endlich das Zahlenverhältniss zwischen den Stäbchen- und Zapfen-Sehzellen einerseits, andererseits des N. opticus. Schon die Zahl der Zapfen (auf etwa 3,360,000 von Salzer berechnet) übertrifft mehrfach die Anzahl der Sehnervenfasern (etwa 500,000), allerdings nicht die Zahl der Fibrillen des Opticus. Die Zahl der Fibrillen des Opticus reicht möglicherweise so hoch, dass durch sie selbst die Zahl der Stäbchen gedeckt werden könnte. Die Anzahl der Stäbchen veranschlagte W. Krause auf 130 Millionen, die der Zapfen auf 7 Millionen, die des Opticus anfänglich auf 1 Million. Aus den voranstehenden Angaben erhellt, dass es zur Zeit noch schwer ist, ein befriedigendes und alle Schwierigkeiten auflösendes Bild von dem Zusammenhang der Netzhautelemente zu entwerfen.

Gefässe des Sehnerven und der Netzhaut.

Die Arterien des Sehnerven und der Netzhaut stammen, wie diejenigen des Bulbus und seiner Umgebung, aus Aesten der A. ophthalmica. Die Gefässe des Sehnerven und der Netzhaut sind jedoch von denjenigen des übrigen Bulbus mit Ausnahme von Verbindungen an der Eintrittsstelle des Sehnerven in den Bulbus von einander getrennt. Es gilt dies jedoch nur für das innere Blatt der Netzhaut. Das äussere Blatt der Netzhaut wird von den Gefässen des Bulbus aus

versorgt, die den Stoffverkehr mit ihm vermitteln (die Choriocapillaris der Tunica vasculosa); ja die Ansicht ist weit verbreitet und nicht unbegründet, dass von der Choriocapillaris aus selbst die Sehzellenzone des inneren Blattes trophisch versorgt werde.

Der Sehnerv enthält in seiner Pialscheide die ihn ernährenden Gefässe (Scheidengefässe); 15 bis 20 mm vom Augapfel entfernt treten die Centralgefässe, A. und V. centralis retinae, in den Sehnerven ein (s. oben S. 708), um in der Axe des Sehnerven weiter zu ziehen und in der inneren Abtheilung des inneren Blattes der Retina sich auszubreiten (s. Fig. 403, 404, 407 und 415). Die erwähnten Verbindungen der Netzhautgefässe mit den Bulbusgefässen sind folgende [Leber]: 1) an der Eintrittsstelle des Opticus treten zwei bis drei Zweige der Aa. ciliares posticae breves zur Sclera und bilden hier den Scleralgefässkranz (Fig. 415, k, k), aus welchem zahlreiche Gefässe zur Chorioides, feinere zum Sehnerven u. seiner Scheide gelangen; 2) an der Durchtrittsstelle des Sehnerven durch den Chorioidalring treten zahlreiche feine Gefässe aus der Vasculosa in den Sehnerven und verbinden sich mit seinem Capillarnetz (Fig. 415, l).

Fig. 415.

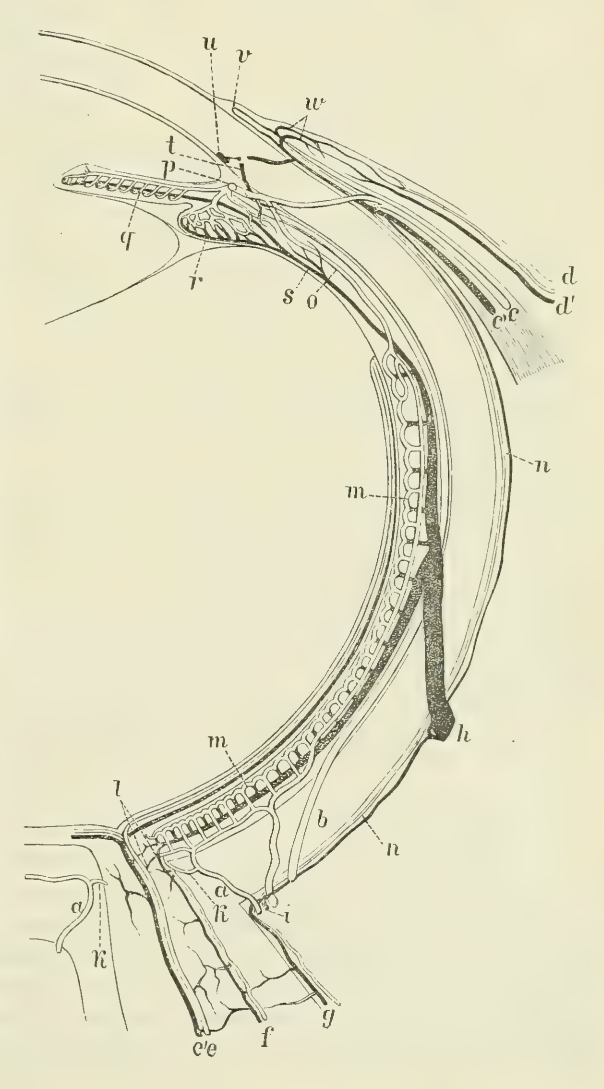


Fig. 415. Schematische Darstellung der Blutgefässe des Auges. (Nach Leber). Horizontalschnitt; Arterien hell, Venen schwarz.

a, a, Aa. ciliares posticae breves. b. A. ciliaris postica longa c, c', A. und V. ciliaris antica. d, d', A. und V. conjunctivalis posterior. e, e', A. und V. centralis retinae. f, Gefässe der Pialscheide des Sehnerven. g, Gefässe der Duralscheide des Sehnerven. h, V. vorticosa. i, V. ciliaris postica brevis. k, k, Zweige der Aa. ciliares posticae breves zum Sehnerven. l, Anastomose der Chorioidal-Gefässe mit denen des Sehnerven. m, Choriocapillaris. n, n, episclerale Arterien und Venen. o, A. recurrens chorioid. p, Querschnitt des Circulus arteriosus iridis major. q, Gefässe der Iris. r, Ciliarfortsatz mit seinen Gefässen. s, Zweig der V. vorticosa aus der Iris und dem Ciliarfortsatz, in geringer Entfernung abwärts einen Zweig aus dem Ciliarmuskel aufnehmend. t, Zweig der vorderen Ciliarvene aus dem Ciliarmuskel. u, Canalis Schlemmii (in seinen Verbindungen mit den vorderen Ciliarnerven etwas abweichend von dem Leber'schen Original dargestellt). v, Randschlingennetz der Hornhaut. w, A. u. V. conjunctivalis anterior.

Was die Verästelung der Centralgefässe in der Retina betrifft, so tauchen sie aus dessen centralem Bindegewebsstrang hervor und theilen sich hier oder schon im Opticus in die beiden Hauptäste, A. u. V. papillaris superior und inferior [Magnus] (Fig. 416). Die Vene theilt sich meist etwas früher.

Fig. 416.

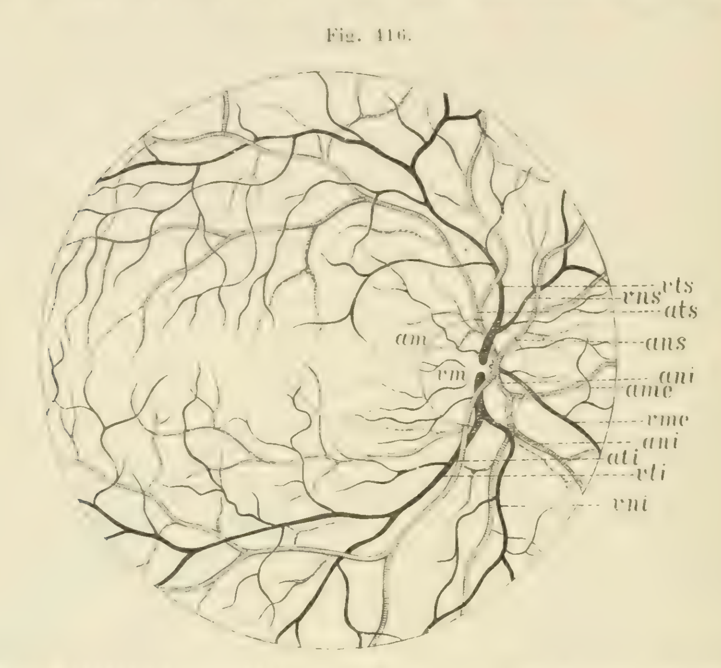


Fig. 416. Gefässe der menschlichen Netzhaut. (Nach E. Jäger und Leber).

ans, vns, A. u. V. nasalis superior. ats, vts, A. u. V. temporalis superior. ani, vni, A. u. V. nasalis inferior. ati, vti, A. u. V. temporalis inferior. ame, vme, A. u. V. mediana. am und vm, A. u. V. macularis.

Auf der Papillaroberfläche theilen sich beide Hauptäste abermals in je zwei Zweige: auch diese Theilung kann schon im Sehnerven erfolgen. Von den beiden oberen und unteren Zweigen wendet sich je einer nasalwärts, die A. u. V. nasalis superior und inferior; der andere temporalwärts, A. u. V. temporalis superior und inferior. Erstere sind kürzer als letztere; die nasalen Gefässe laufen ferner radiär nach der Ora serrata, die temporalen in zu der Macula lutea concaven Bögen. Ausserdem ziehen von der Papille aus zwei kleine Arterien und Venen in radiärer Richtung zur Macula lutea, die A. u. V. macularis superior und inferior. Auf der medialen Seite sind meist ebenfalls zwei feine Gefässe von ähnlicher Verlaufsrichtung vorhanden, die A. u. V. mediana superior und inferior. Während die Macula lutea noch Gefässe enthält, fehlen dieselben in der Fovea centralis.

Die gröberen Retinalgefässe liegen in der Nervenfaserschicht, meist dicht an der Limitans interna; ihre Zweige gelangen, wie oben gesagt, nicht bis in die Schicht der Sehzellen, sondern sie hören an der äusseren reticulären Schicht auf; so erklärt sich der Mangel der Gefässe in der Fovea centralis leicht. Die Zweige der Netzhautarterien stehen nicht durch stärkere Gefässe, sondern nur durch die Capillaren miteinander in Verbindung: es sind sogenannte Endarterien. Die Anordnung der Capillaren ist die, dass ein inneres grossmaschiges und äusseres

engmaschiges Netz vorliegt [His, Hesse]; letzteres erscheint als ein Anhängsel des ersteren, während das innere Capillarnetz direct aus den Verzweigungen der Arterien hervorgeht; aus dem inneren entwickeln sich die Venen. Arterien wie Venen sind von adventitiellen Scheiden umgeben.

Von den Lymphbahnen des Sehnerven war bereits oben (S. 707) die Rede. Diejenigen der Retina sind theils perivasculärer Art [His, Schwalbe], theils folgen sie vom Sehnerven aus den Nervenfaserbündeln [Schwalbe].

B. Die Gefässhaut, Tunica vasculosa.

Die Aussenfläche der Retina, und zwar ihres äusseren Blattes, ist umhüllt von der Gefässhaut des Auges. Die Gefässhaut zerfällt ihrer Beschaffenheit gemäss in drei wohlbegrenzte Abtheilungen, welche ebensoviele hintereinander liegende Zonen darstellen; es sind dies die Chorioides, das Corpus ciliare und die Iris. Die beiden ersteren bilden die Chorioides im weiteren Sinne.

a) **Die Chorioides,** Chorioides propria, Chorioidea, Aderhaut (Fig. 402, 6).

Die Chorioides ist eine dunkelrostbraune bis dunkelbraune häutige Hülle, welche besonders durch ihren Gefäss- und Pigmentreichthum auffällt und in ihrem hinteren Abschnitt eine Dicke von 0,05 bis 0,08 mm besitzt. Sie erstreckt sich von der Stelle des Opticuseintrittes bis zur Ora serrata und geht hier allmählich in das Corpus ciliare über. Am Opticus-Eintritt hat sie eine kreisrunde Oeffnung, Foramen opticum chorioideae, zum Durchtritt der Sehnervenfasern; sie ist hier fest mit der ihrer Aussenfläche anliegenden Sclera verbunden. Ihre innere Oberfläche ist glatt und dient den Grundflächen der Zellen des Pigmentepithels der Retina zur Unterlage; häufig bleibt das Pigmentepithel streckenweise an der Chorioides haften, wenn beide Häute voneinander getrennt werden. Die Aussenfläche der Chorioides erscheint nach Ablösung der Sclera flockig durch ein lockeres Gewebe, Suprachorioidea, welches zahlreiche, mit einander zusammenhängende Hohlräume einschliesst und die Chorioides mit der Sclera verbindet. Die Chorioides lässt sich in Folge dessen von der Sclera leicht ablösen; doch bleibt eine dünne Schicht dieses flockigen pigmentirten Gewebes auf der Innenfläche der Sclera zurück; dieser zurückbleibende Theil, ein Rest der Suprachorioidea, hat den Namen Lamina fusca sclerae. Etwas fester haftet die Chorioides an der Sclera im Bereich der Macula lutea. Das zwischen der Sclera und Chorioides befindliche Hohlraumsystem gehört den Lymphbahnen des Auges an und heisst Perichorioidalraum [Schwalbe].

Die Chorioides hat 4 Schichten (Fig. 417). In der Aufeinanderfolge von aussen nach innen sind dies:

1) die schon erwähnte Membrana suprachorioidea;

2) die Grundsubstanz der Chorioides mit den gröberen, zu- und abführenden Gefässen;

3) die Chorio-capillaris, für die Capillarausbreitung der Gefässe;

4) die Glashaut, mit welcher das äussere Blatt der Retina verbunden ist.

zu 1) Die Suprachorioidea besteht aus zahlreichen spitzwinkelig miteinander verbundenen Blättern, Lamellen, deren auf einem Querschnitt 5 bis 6 Lagen gezählt werden (Fig. 417, 4). Zwischen den Lamellen liegen die genannten

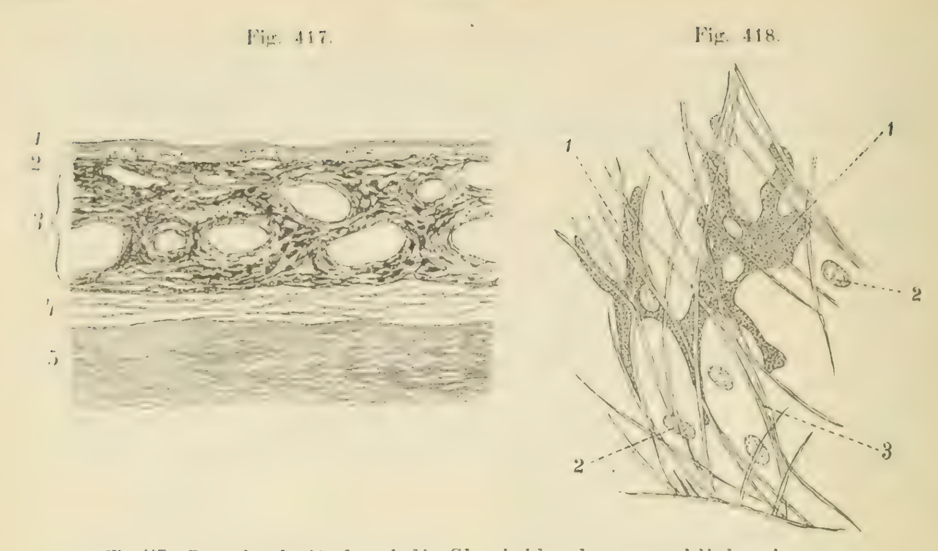


Fig. 417. **Durchschnitt durch die Chorioides des menschlichen Auges.**

1, Glaslamelle; 2, Choriocapillaris; 3, Grundsubstanz der Chorioides mit Gefässdurchschnitten; 4, Suprachorioidea; 5, Sclera.

Fig 418. **Stück einer Lamelle der Suprachorioidea des Menschen.**

1, 1, sternförmige pigmentirte Zellen; 2, 2, Kerne der bekleidenden Endothelmembran; 3, elastische Fasernetze.

perichorioidalen Lymphräume. Eine solche Lamelle (Fig. 418) besteht aus einem Netz von elastischen Fasern, welchem zahlreiche, platte, pigmentirte Bindegewebszellen zerstreut oder in Gruppen geordnet aufliegen. Auf einer, oder auf beiden Seiten sind die Lamellen endlich überkleidet von Endothelien, deren Kerne (Fig. 418, 2) sichtbar sind und die mit Silber behandelt Zellgrenzen erkennen lassen.

Durch die Suprachorioidea ziehen: Die Nn. ciliares (15 bis 18); die beiden Aa. ciliares posticae longae; die Aa. ciliares posticae breves (gegen 20); im Aequator des Augapfels die Venae vorticosae, gewöhnlich 4 an Zahl.

2) Die Grundsubstanz der Chorioides, Stroma chorioideae, Tunica vasculosa Halleri, besteht aus den Verzweigungen der eigenen Arterien und Venen der Chorioides, welche durch dichtgelagerte und mit einander verflochtene Lamellen mit Pigmentzellen und elastischen Fasern zu einem festen Ganzen verbunden werden. Am auffallendsten gestalten sich auf der Aussenfläche des Stroma die Verzweigungen der Venen (Fig. 419). Gewöhnlich sammeln sich an vier, etwa im Aequator des Augapfels gelegenen Stellen, die je um 90° von einander entfernt sind, ansehnliche Venenstämme, welche das Blut aus der Chorioides, dem Corpus ciliare und der Iris abführen. Die Zuflüsse dieser Venen treten von allen Seiten strahlenförmig zu dem Sammelgefäss und bilden dadurch eine den Haarwirbeln ähnliche Figur, welche zu dem Namen Venae vorticosae, Wirbelvenen (Venae ciliares posticae) Veranlassung gab. Die Zweige benachbarter Wirbelvenen gehen im hinteren Umfang des Augapfels bogenförmige Verbindungen ein. Nicht immer liegen die Sammelstellen 90° voneinander entfernt. Zwei Sammelstellen können einander sehr nahe liegen, eine Wirbelvene sich verdoppeln, und endlich doch noch zu einer einzigen sich vereinigen; rücken

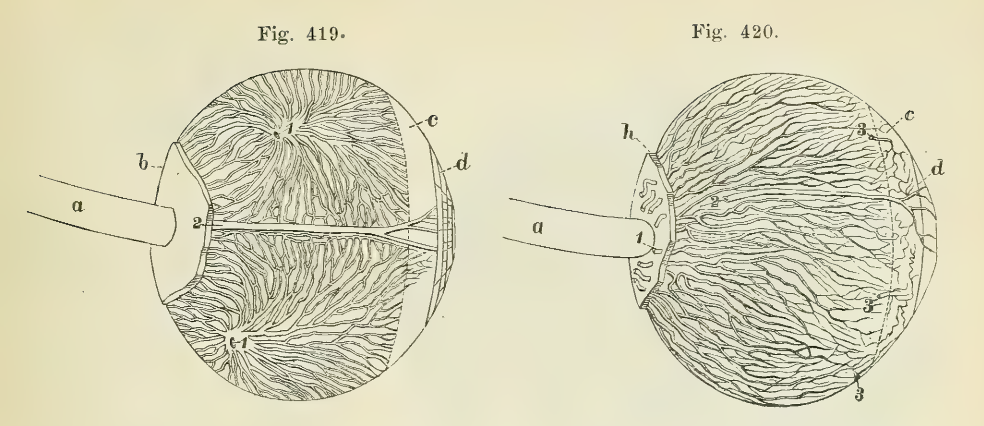


Fig. 419. Ausbreitung der Venae vorticosae in der Chorioides. (Nach Arnold). $^2/_1$.

a, N. opticus; b, hinterer Abschnitt der Sclera; c, Ciliarmuskel, welcher die vorderen Fortsetzungen der Venae vorticosae verdeckt; d. Iris; 1, Stämme der Vv. vorticosae; 2, A. ciliaris postica longa.

Fig. 420. Arterien der Chorioides. (Nach Arnold). $^2/_1$.

a, N. opticus; c. Ciliarmuskel; d. Iris; h, hinterer Abschnitt der Sclera; 1, Aa. ciliares posticae breves; 2, A ciliaris postica longa; 3, Aa. ciliares, anteriores.

diese weiter auseinander, so erhält man fünf oder sechs Wirbelvenen. Ihre Stämme durchsetzen zunächst die Suprachorioidea, darauf die Sclera (s. oben Fig. 415 h).

Die Venen der Chorioides sind nach den Beobachtungen von Sattler mit perivasculären Scheiden versehen, welche mit der Gefässwand Lymphräume abgrenzen.

Im vorderen Gebiet des Bulbus, vom Aequator bis zur Ora serrata nehmen die Verzweigungen der Venae vorticosae die oberflächliche Lage der Gefässausbreitung ein; im hinteren Bulbusgebiet dagegen liegen die Verzweigungen der Arteriae ciliares posticae breves in oberflächlicher Schicht (Fig. 420) Die Mehrzahl dieser Arterien tritt lateralwärts, einige medianwärts vom Sehnerven in den Bulbus ein. Sie sind sämmtlich für das Capillarnetz der Chorioides bestimmt. Die Arterien der Chorioides besitzen eine deutliche Ringmuskulatur und werden ausserdem jederseits von einem Streifen glatter Muskelfasern in Längsrichtung begleitet [H. Müller]. Die seitlichen Streifen werden im hinteren Bereich des Bulbus zuweilen durch Netze glatter Muskelfasern unter einander verbunden, so dass man insoweit berechtigt ist von glatten Muskeln als einem Bestandtheil der Chorioidea zu sprechen. Bei den Vögeln kommt ein Maschennetz quergestreifter Muskelfasern im hinteren Gebiet der Chorioides, ein Musculus chorioideae vor [v. Wittich].

3) Die Choriocapillaris, Lamina Ruyschii (Fig 417, 2; Fig. 415 m) besteht aus einem dichten Netz von Capillaren, welches in einer pigmentfreien Grundsubstanz ausgebreitet ist und sich vom Opticuseintritt bis zur Ora serrata erstreckt. Das Capillarnetz wird von zahlreichen feinen Zweigen der Aa. ciliares posticae breves gespeist und dient besonders zur Ernährung der äusseren gefässlosen Lagen der Netzhaut. Im Gebiet der Macula lutea sind die Maschen besonders eng. Der Ursprung der kleineren Venen aus den Capillarnetzen (Fig. 421) erinnert in seiner Form wiederum an die Wirbelvenen. Beim Menschen sind die

Fig. 421.



Fig. 421. Ursprung der Venen der Chorioides aus den Capillaren der Choriocapillaris. (Nach Arnold).

1, grössere Vene; 2, 2, kleinere Venenzweige; 3, 3, Entstehung der Venen aus den Capillaren.

so gebildeten Stellulae vasculosae [Winslowii] weniger deutlich ausgebildet als bei den Säugethieren mit einem sogenannten Tapetum (s. unten). Am Foramen opticum chorioideae hängen die Capillaren mit denjenigen des Sehnerven zusammen. Das zwischen den Capillarnetzen vorhandene Gewebe ist sehr spärlich und zeigt nur adventitielle Zellen und Wanderzellen; die Zwischenräume hängen mit den Lymphbahnen der Venen unmittelbar zusammen.

4) Die Lamina vitrea, Glaslamelle, Basalmembran (Fig. 417, 1) ist eine glashelle, bis 2 μ dicke, mit der Choriocapillaris innig zusammenhängende Schicht, die zuweilen zwei Lagen erkennen lässt; die äussere zeigt sich alsdann netz- oder gitterförmig gebaut. Im höheren Alter erfährt die Membran gewöhnlich Verdickung und stellenweise Verkalkung.

Das sogenannte Leuchten der Augen vieler Säugethiere rührt von einer stellenweise besonderen Beschaffenheit der Chorioides her, die das Licht stark reflectirt. Man nennt den besonders beschaffenen Bezirk der Chorioides das Tapetum und unterscheidet zwei Formen desselben, das Tapetum fibrosum und cellulosum [Brücke]. Im Tapetum fibrosum (Wiederkäuer, Pferde, Beutelthiere u. s. w.) wird die reflectirende Schicht durch wellige Bindegewebsfibrillenbündel, die sich durchflechten, erzeugt. Das Tapetum cellulosum (Raubthiere, Robben) hat als Grundlage in 5 bis 6 Lagen aufeinander geschichtete platte Zellen, welche in ihrem Körper zahlreiche feine, spiessige, farblose Krystalle in reihenweiser Anordnung enthalten.

Die Nerven der Chorioides.

Die langen und kurzen Ciliarnerven dringen in der Suprachorioidea nach vorn, um in Zweige für die Hornhaut, für den Musculus ciliaris und für die Iris zu zerfallen. Auf ihrem Wege geben sie eine Reihe feiner, aus markhaltigen und marklosen Fasern bestehender Aestchen ab, welche in der Suprachorioidea einen Plexus bilden, der Ganglienzellen führt [H. Müller, Schweigger]. Diese eigenen Nerven der Chorioides sind für deren Arterien bestimmt.

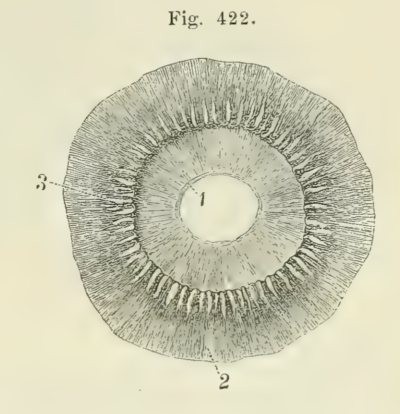
b) Das Corpus ciliare.

Das Corpus ciliare besteht aus jenem Bezirk der Tunica vasculosa, welcher sich von der Ora serrata bis zum Beginn (Margo ciliaris) der Iris erstreckt. Es sind an ihm drei Abtheilungen zu unterscheiden. Die erste derselben grenzt als eine Zone von 4 mm Breite unmittelbar an die Ora serrata und heisst Orbiculus ciliaris [Henle] (Fig. 422, 2). Es treten im Orbiculus ciliaris feine, in Meridianrichtung gebogene leistenförmige Erhebungen der Tunica vasculosa auf.

Fig. 422. Corpus ciliare und Iris von hinten gesehen. $^2/_1$. (Nach Henle).

1, hintere Fläche der Iris; 2, Orbiculus ciliaris; 3, Processus ciliares.

Fig. 422.



An der vorderen Grenze des Orbiculus ciliaris fliessen Gruppen feiner Leistchen in regelmässiger Weise zu grösseren Vorsprüngen von 1 mm Höhe zusammen, welche den Namen Processus ciliares führen (Fig. 422, 3). Solche Processus ciliares sind in einem Auge 70 bis 80 vorhanden. Sie bilden in ihrer Gesammtheit die 2 bis 3 mm breite Corona ciliaris s. radiata. Die Aussenfläche der Corona ciliaris und des anstossenden Theiles des Orbiculus ciliaris ist von einem organischen Muskel überlagert, dem Musculus ciliaris, welcher den dritten Bestandtheil des Corpus ciliare ausmacht.

1) Der Orbiculus ciliaris.

Er ist mikroskopisch durch den Mangel der Choriocapillaris ausgezeichnet. Sein vorderer Theil wird aussen allmählich von glatten Muskeln überlagert, dem hinteren Ende des Musculus ciliaris. Das Bindegewebe des Orbiculus ciliaris ist von fibrillärer Beschaffenheit. Seine Bündel laufen, wie die in ihm enthaltenen reichlichen Gefässe, in meridionaler Richtung. Die Glaslamelle zeigt gitterförmige Verdickungen, welche unregelmässige kleine Räume einschliessen. In diesen Räumen haftet das Pigmentepithel der Pars ciliaris retinae fester, als an den vorspringenden Leisten.

2) Die Processus ciliares sind Falten von 2 bis 3 mm Länge, 0,12 mm Breite und 0,8 bis 1 mm Höhe. Ihre grösste Erhebung liegt dem Linsenrand gegenüber. Zwischen den Processus ciliares liegen in der Tiefe noch feine niedrige Fältchen, Plicae ciliares, als Fortsetzungen der Leisten des Orbiculus ciliaris (s. Fig. 422). Fig. 423 zeigt uns zwischen 9 und 16 einen längsdurchschnittenen, Fig. 425 einen querdurchschnittenen Processus ciliaris. Die Spitzen (Firsten) der Processus ciliares berühren den Linsenrand nicht, sondern halten sich auch im lebenden Auge in etwa 0,5 mm Entfernung von demselben [Henle, Becker] (s. Fig. 402).

Das Gewebe der Processus ciliares ist eine Fortsetzung des fibrillären Bindegewebes des Orbiculus ciliaris. Auf der Innenfläche wird dieses Bindegewebsgerüst von der Glashaut, letztere von der Pars ciliaris retinae überkleidet (s. oben S. 709). Die Aussenfläche des Bindegewebsgerüstes grenzt an den Musculus

Fig. 423.



Fig. 423. Meridionalschnitt durch den Ciliarkörper des Menschen

1, Cornea; 2, Descemet'sche Membran; 3 Sclera; 3', Scleralwulst mit circulären quergeschnittenen Bindegewebsbündeln; 4, Canalis Schlemmii; 5, Venen-Durchschnitt im Gewebe der Sclera; 6, kernreiches Plattenwerk der inneren Wand des Schlemm'schen Kanals; 7, Fontana'scher Raum, vom Gewebe des sog. Lig. pectinatum iridis erfüllt, das Dreieck abc einnehmend; 8, Iris-Stroma; 9, Pigmentepithel der Iris; 10, innere bindegewebige Grenzschicht des Ciliarkörpers, in die bindegewebige Grundlage der Ciliarfortsätze übergehend; 11, aus dem Ciliarmuskel sich entwickelnde vordere Ciliarvene; 12, Perichorioidalraum; 13, meridionale, 14, radiäre Fasern des Ciliarmuskels; 15, Müller'scher Ringmuskel; 16, circuläre Faserlage an der Innenfläche des Ciliarmuskels; 17, Anfang der Chorioides.

ciliaris. Die Ciliarfortsätze sind ferner durch Gefässreichthum ausgezeichnet (Fig. 424). Ihre Arterien stammen aus dem Circulus arteriosus iridis major (s. auch Fig. 415).

3) Der Musculus ciliaris (Fig. 423, 13, 14, 15).

Der Ciliarmuskel nimmt als ein ringförmiger, auf dem Querschnitt dreiseitiger Streifen organischer Muskulatur die äussere Oberfläche des Corpus ciliare ein und deckt demgemäss die Corona ciliaris sowie den angrenzenden Theil des Orbiculus ciliaris. Er selbst grenzt nach aussen an lockeres suprachorioidales Gewebe und an die Sclera. In jenem Gewebe ziehen die Aa. ciliares longae nach vorn, theilen sich in zwei auseinanderweichende Aeste, senken sich mit ihnen in den Muskel ein und gelangen durch ihn hindurch zu seinem vorderen Rand und zur Iris (s. Fig. 415).

Der Ciliarmuskel stellt nicht eine compacte Platte organischer Muskulatur dar, sondern besteht besonders in seinen tieferen Theilen aus einem Netz von Muskelbalken, dessen Maschen innen rundlich, weiter aussen mehr langgestreckt gefunden werden. In dem Lückenwerk befindet sich Bindegewebe. Mit Jwanoff kann man an dem Ciliarmuskel drei Abtheilungen unterscheiden: Die äusseren Bündel haben einen meridionalen Verlauf und erstrecken sich vom Corneo-Scleralrand bis in das Gebiet des Orbiculus ciliaris hinein (Fig. 423, 13). Diese und ein Theil der folgenden Bündel sind es, welche von der Descemet'schen Haut der Cornea (Fig. 425, 2), sowie von einem kernreichen Gewebe entspringen, welches an der inneren Wand des Canalis Schlemmii gelegen ist und sich bis zur Descemet'schen Haut fortsetzt. Letztere kann daher mit Beziehung auf

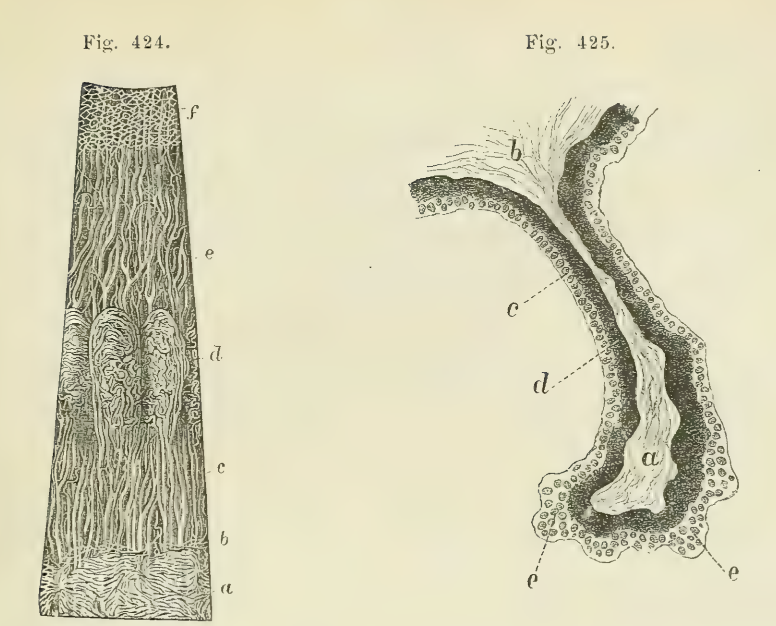


Fig. 424. Gefässe der Chorioides und Iris eines Kindes, von innen. (Nach Arnold). $^{10}/_{1}$.

a, Choriocapillaris. b, Ora serrata. c, Venen des Orbiculus ciliaris. d, Gefässe der Ciliarfortsätze. e, Venen des Ciliartheils der Iris. f, Gefässe der Pupillarzone der Iris.

Fig. 425. Durchschnitt durch einen Ciliarfortsatz senkrecht zu dessen Längsaxe.

a, Bindegewebe, bei b von der inneren bindegewebigen Lage des Ciliarkörpers ausgehend. c, farbloses Epithel der Pars ciliaris retinae. e, e, Anschwellungen des farblosen Epithels, welche zum Theil auf Flächenansichten eines von seiner Unterlage abgeschnittenen Theiles zurückzuführen sind.

den kreisförmigen Musculus ciliaris geradezu als dessen Centralsehne, eine Art Centrum tendineum betrachtet werden, wenn auch ihre Structur von derjenigen einer Sehne erheblich abweicht. Siehe hierüber „Cornea". Die einwärts folgenden Bündel (16) haben nicht mehr rein meridionale, sondern eine zunehmend radiäre Richtung, streben also der Innenseite des Muskels zu; hier angelangt biegen sie in circuläre (aequatoriale) Richtung um. Von Anfang an circulären Verlauf haben diejenigen Bündel des M. ciliaris, welche die vordere, innere Spitze desselben einnehmen (15); sie werden auch Müller'scher Ringmuskel genannt, im Gegensatz zu den beiden übrigen Theilen, die dann Tensor chorioideae heissen. Individuelle Verschiedenheiten des Muskels sind nicht selten. Das Auge von Myopen ist besonders häufig durch mangelhafte Ausbildung der circulären Fasern ausgezeichnet [Jwanoff], während in hypermetropischen Augen die circulären Fasern stark ausgebildet zu sein pflegen.

Die Gefässe des Muskels stammen aus den Aa. ciliares posticae longae und aus den Aa. ciliares anticae. Die Nerven des Muskels stammen aus den Ciliarnerven, die in den Muskel eintretend ein Geflecht bilden, aus welchem sich einwärts die Nerven der Iris, auswärts für die Cornea entwickeln. Das Geflecht enthält Ganglienzellen.

Sehr entwickelt ist der Ciliarmuskel der Vögel (M. Cramptonianus, Tensor chorioideae und Ringmuskel), welcher aus quergestreiften Fasern besteht.

c) **Die Iris.**

Die Iris, Regenbogenhaut, Diaphragma bulbi, ist der vordere, frontal gestellte Abschnitt der Tunica vasculosa des Auges und stellt eine runde scheibenförmige Membran dar, welche mit einer fast central gelegenen runden Oeffnung, der Pupille versehen ist, um Lichtstrahlen in den Hintergrund des Auges gelangen zu lassen. Die Pupille, das Sehloch, liegt nicht genau central, sondern ein wenig nasalwärts von der Irismitte; sie hat am lebenden Auge einen mit der Belichtung und Einstellung des Auges wechselnden Durchmesser von 3 bis 6 mm. Die Iris hat ihre Lage hinter der Hornhaut, vor der Linse, und theilt den zwischen diesen beiden Theilen vorhandenen Raum in eine vordere grössere und eine hintere kleinere Abtheilung, die vordere und hintere Augenkammer (Fig. 402). Die der Pupille benachbarten Theile der Iris liegen dabei in grösserer oder geringerer Ausdehnung der vorderen Linsenfläche unmittelbar auf und schliessen beide Augenkammern von einander ab.

Man unterscheidet an der Iris eine vordere und hintere Fläche, einen freien und befestigten Rand. Der erstere heisst auch Margo ciliaris, da er mit dem Corpus ciliare zusammenhängt; er ist ferner durch das Ligamentum pectinatum iridis (Fig. 423. 7) an den Corneo-Scleralrand befestigt. Der freie Rand der Iris heisst dagegen Margo pupillaris. Der freie Rand ist vom befestigten am todten Auge 4 bis 5 mm entfernt; dies ist also der Betrag der Breite der Iris-Ringscheibe; der Durchmesser der ganzen Membran beträgt 10 bis 12 mm. Die Dicke der Iris beträgt bei mittleren Contractionsverhältnissen durchschnittlich 0,4 mm. Die Farbe der Iris ist individuell sehr verschieden. Bei blonden Personen ist sie in der Regel blau, oder grau, selbst grünlich; bei braun- oder schwarzhaarigen ist auch die Iris meist dunkel, braun bis braunschwarz, in gleichmässigem oder fleckweissem Auftrag. In der blauen Iris sind die bindegewebigen Irisschichten pigmentfrei, während das Pigment der Pars iridica retinae nicht fehlt. Die braune Iris enthält ein mehr oder weniger stark pigmentirtes Bindegewebsstroma. Die albinotische Iris entbehrt auch des Retinalpigmentes, sieht in Folge der zahlreichen Gefässe röthlich aus und erfüllt nur unvollständig den Zweck der Iris, ein optisches Diaphragma zu sein.

Die vordere und insbesondere die hintere Irisfläche zeigen schon dem freien Auge Besonderheiten ihrer Beschaffenheit. So ist an der vorderen Fläche eine schmale Pupillarzone von einer breiten Ciliarzone durch eine unregelmässig zackige Linie getrennt; erstere, 1 mm breit, enthält den Musculus sphincter pupillae. Die hintere Fläche zeigt zweierlei Falten: Structurfalten und Contractionsfalten. Die Structurfalten sind nichts anderes als kleine radiäre Leisten (Plicae iridicae), welche den Leisten des Orbiculus ciliaris und den Plicae ciliares entsprechen. Als Contractionsfalten machen sich bei Verengerung der Pupille feinste radiäre Falten der hinteren Fläche bemerklich, welche an der Pupillargrenze am stärksten sind; bei starker Erweiterung der Pupille treten concentrische Falten im Gebiet der befestigten Zone geltend. An der vorderen Fläche sind diese Falten von derselben Art, aber geringer.

Die Iris besteht aus mehreren Schichten, welche entwicklungsgeschichtlich auf zwei Gruppen zurückgeführt werden, auf eine mesoblastische (oder mesodermale) und eine epiblastische (ektodermale) Gruppe.

I. Mesoblastische Gruppe: 1) vorderes Endothel,
2) Irisstroma,
3) hintere Grenzlamelle.
II. Epiblastische Gruppe: 1) Epithel des äusseren Blattes der Retina,
2) „ „ inneren „ „ „

1) Vorderes Endothel. Die vordere Fläche der Iris ist von einem Endothel überzogen, welches mit dem Endothel der hinteren Fläche der Cornea zusammentrifft und die Bälkchen des Ligamentum pectinatum umscheidet. Bei jüngeren Personen bildet das Endothel der Iris eine ununterbrochene Lage, während bei älteren Personen eigenthümliche Unterbrechungen vorkommen. Letztere bilden sich aus in den Vertiefungen zwischen den permanent gewordenen Falten der Pupillarzone [Koganeï]. Im Uebrigen zeigt das Endothel der Iris keine besonderen Eigenthümlichkeiten gegenüber dem der hinteren Fläche der Cornea.

2) Das Stroma. Das Irisstroma erfährt an seiner vorderen Fläche eine zur Bildung einer vorderen Grenzschicht führende Verdichtung in der Weise, dass die Stromazellen vorwiegen, während die Fasern sehr zurücktreten. Sie fehlen indessen nicht, sondern sind in mehr unregelmässiger Richtung zwischen den Zellen zerstreut. Die Zellen zeigen Spinnenform und liegen in drei- bis vierfacher Schicht dicht übereinander. Die Fortsätze laufen meist der vorderen Irisfläche parallel nach verschiedenen Richtungen. Von der Fläche betrachtet, bietet desshalb die vordere Grenzschicht ein dichtes Netzwerk dar, ohne jedoch ein reticuläres Gewebe zu sein, wie es in den Lymphdrüsen vorkommt [Koganeï]. Die vordere Grenzschicht trägt das erwähnte Endothel.

Der hinter der vorderen Grenzschicht gelegene Theil des Irisstroma hat den Namen Gefässschicht. Letztere, als Träger der Blutgefässe und Nerven bildet die Hauptmasse der Iris und zeichnet sich durch eine mit dem lockeren Bindegewebe übereinstimmende Structur aus. Im Gebiet der Pupillarzone enthält diese Schicht den M. spincter pupillae. Die Bindegewebsfasern sind hauptsächlich um die Blutgefässe, sowohl um die Arterien wie die Venen und auch um die Nerven als mächtige Adventitialschicht angehäuft, deren Dicke fast das Doppelte des Gefäss- oder Nervendurchmessers beträgt. Circuläre Fasern sind nur selten vorhanden, die meisten folgen dem Gefässverlauf. Auf der Oberfläche der Adventitia liegen die hier meist spindelförmigen Stromazellen. Die Zwischenräume zwischen den Gefässen und Nerven werden von lockerem Bindegewebe ausgefüllt, dessen Lücken als Lymphlücken zu betrachten sind. Längsmuskelfasern, welche nach früheren Angaben die Gefässe begleiten sollten, fehlen dem Stroma. In der braunen Iris finden sich endlich noch klumpige, mit braunen Pigmentkörnchen erfüllte Pigmentzellen von verschiedener Grösse. Am zahlreichsten sind dieselben in der Pupillarzone vorhanden.

Der M. sphincter pupillae, ein ringförmiger glatter Muskel, nimmt die ganze Breite der Pupillarzone ein (Fig. 426, 4), liegt jedoch der hinteren Fläche des Irisstroma näher; seine Dicke beträgt 40 bis 80 μ. Er besteht aus Bündeln glatter Muskulatur, welche die Pupille umkreisen und dicht an den Pupillarrand heranreichen. Hinter dem Sphincter folgt eine Lage von Bindegewebe, welches an Radialschnitten eine schräge Faserung erkennen lässt (s. Fig. 426) und mit den bindegewebigen Scheidewänden der Bündel des Muskels im Zusammenhang

Fig. 426.

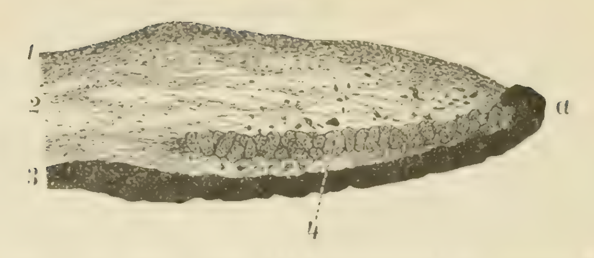


Fig. 426. Meridionalschnitt durch die Pupillarzone der Iris des Menschen.
a, Pupillarrand mit spornartig vorspringendem Pigmentepithel. 1, vordere Grenzschicht. 2, Gefässschicht. 3, Pigmentschicht. 4, quergeschnittene Bündel des Sphincter pupillae; zwischen 3 und 4 schräge Faserung.

steht. Im Anschluss an diese Bindegewebsstränge finden sich auch zerstreute Muskelbündel von radiärem Verlauf vor, welche sich untereinander verflechten und pupillarwärts in die Sphincterfaserung übergehen [Grünhagen, v. Eberbusch].

3) Die hintere Grenzlamelle [Bruch] ist eine glashelle Membran von etwa 2 μ Dicke, welche in der ganzen Ausdehnung der Iris vorkommt. An ihre vordere Fläche treten in der Gegend der Pupillarzone hie und da die erwähnten radiären Bündel glatter Muskulatur heran; ihrer hinteren Fläche ist das Epithel der Pars iridica retinae aufgelagert. Hat man das Epithel durch Abpinseln entfernt und die Bruch'sche Haut vom Irisstroma entfernt, so zeigt sie sich faserig und mit länglichen Kernen nebst Pigmentresten versehen. So ähnelt sie einer glatten Muskelhaut und ist in der That häufig als Musculus dilatator betrachtet worden. Die Kerne aber gehören ihr selbst nicht an, sondern wie das Pigment den Zellen des äusseren Blattes der Retina. Sie ist keine Muskelhaut, sondern ähnelt dem elastischen Gewebe und ist der Glashaut der Chorioidea zu vergleichen *). Ein muskulöser Dilatator fehlt dagegen, wie zuerst Grünhagen hervorgehoben hat, der menschlichen Iris und stellt überhaupt in der Klasse der Säugethiere ein sehr wandelbares Vorkommniss dar.

4) Das hintere, doppelschichtige Epithel der Iris, die Pars iridica retinae, ist bereits oben (S. 710) beschrieben worden.

Die Nerven der Iris.

Sie entwickeln sich aus dem an der Aussenfläche und in der Substanz des M. ciliaris gelegenen Plexus ciliaris. Die in die Iris eingetretenen, zum Theil markhaltigen Stämmchen bilden in den vorderen Theilen des Irisstroma einen oder zwei ringförmige Plexus, von welchen der dem Sphincter benachbarte am regelmässigsten vorkommt. Die markhaltigen Fasern verlieren allmählich sämmtlich ihre Markscheide und werden zu blassen Axencylindern. Ein grosser Theil der Fasern ist für den Sphincter bestimmt, in dessen Substanz sie ein Geflecht feiner blasser Axencylinder bilden; ein anderer Theil der Nerven ist für die zahlreichen Gefässe bestimmt. Ganglienzellen scheinen den Irisgeflechten zu fehlen [A. Meyer]. Ebenso fehlt nach demselben Autor eine für glatte Muskulatur sprechende Anordnung der Nervenfasern in der Nachbarschaft der hinteren Grenzlamelle.

*) Nach Koganeï besteht die hintere Grenzlamelle aus eigenthümlichen, durch eine Kittsubstanz zusammengehaltenen Fasern, ohne Kerne und ohne jedwede zellige Structur.

C. Die fibröse Augenhaut, Tunica fibrosa s. Dura oculi.

Die Dura oculi zerfällt in einen kleineren, durchsichtigen, vorderen Abschnitt von stärkerer Krümmung, Hornhaut, *Cornea*, und in einen grösseren, weissen, hinteren Abschnitt, die Sehnenhaut, *Sclerotica s. Sclera.*

a. Die Cornea.

Die Hornhaut geht mit ihrem peripheren Rande (Limbus corneae) unter Umwandlung des Gewebes unmittelbar in die Sclera über. Die Umwandlung des durchsichtigen Hornhautgewebes in das undurchsichtige, weisse Scleralgewebe erfolgt in den äusseren Schichten der Hornhaut etwas früher als in den inneren: die Sclera greift mit anderen Worten aussen über die Cornea über. Zuweilen schieben sich auch innere Scleralschichten vor, dann entsteht in derselben ein Falz (Scleralfalz) zur Aufnahme der Cornea, wie eine Uhrschale vom Falz des Deckels aufgenommen wird. Das Uebergreifen der äusseren Scleralschichten findet besonders oben und unten statt, dadurch wird die äussere Grenzlinie zur quergestellten Ellipse. Der horizontale Durchmesser dieser Ellipse misst durchschnittlich 11,9, der vertikale 11 mm [Helmholtz und Knapp]. Nach denselben Autoren ist auch die Krümmung der äusseren Oberfläche der Hornhaut elliptisch. Im horizontalen Meridian ist die Krümmung ein wenig schwächer, als im vertikalen [Donders]. Die Krümmung der hinteren Oberfläche der Hornhaut ist etwas stärker, als die der vorderen. In der Mitte ist die Hornhaut 0,8, am Rande 1,1 mm dick. Sie wiegt nach Huschke 180 Milligramm.

Nach dem Tode trübt sich die Hornhaut allmählich, theils in Folge der Trübung ihres Epithels, theils in Folge der Quellung ihrer Substanz durch Kammerwasser. Sie enthält viele Bindegewebsfibrillen und ist wie diese doppeltlichtbrechend. Bei längerem Kochen in Wasser löst sich die Hornhaut in einen eigenthümlichen Leim auf, der sich vom Knorpel- und Bindegewebsleim (Chondrin und Glutin) unterscheidet, wahrscheinlich jedoch eine Modification des Glutin darstellt.

Fig. 427.

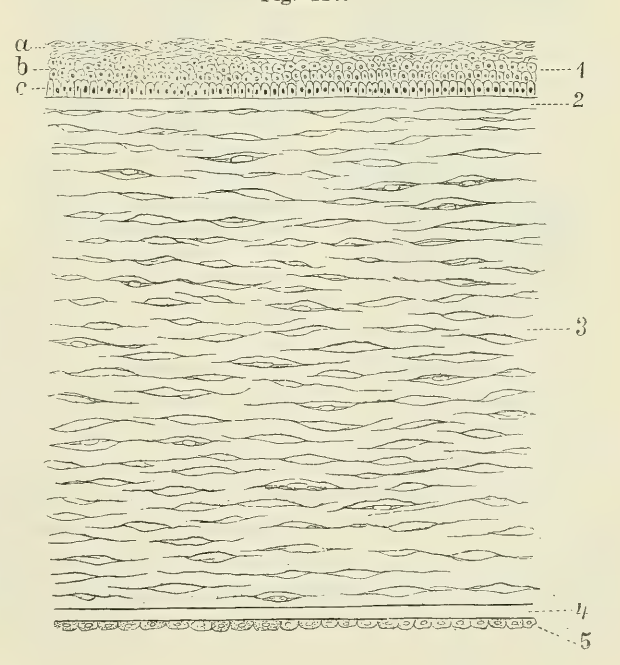


Fig. 427. Durchschnitt durch die Hornhaut.

1, Vorderes Epithel. a, flache oberflächliche Zellen. b, polyedrische Zellen. c, basale Lage cylindrischer Zellen. 2, vordere Basalmembran. 3, Substantia propria. 4, Descemet'sche Membran. 5, Endothel der letzteren.

In der Richtung von vorn nach hinten zeigt die Hornhaut folgende Schichten (Fig. 427):

1) ein mehrschichtiges Epithel, vorderes Epithel, Hornhautepithel;

2) die vordere Basalmembran;
3) die Substantia propria corneae;
4) die hintere Basalmembran oder Descemet'sche Haut;
5) das Endothel der letzteren.

1) Das vordere Epithel (Fig. 427, 1) besteht aus sechs bis acht Zellenschichten von zusammen 45 μ Dicke; am Rande steigt die Dicke auf 81 μ. Die tiefste Lage besteht aus cylindrischen Zellen, deren Basis einen gestreiften Saum (Fussplatte) besitzt und in Zähnchen ausläuft, welche in die Basalmembran eingreifen [Langerhans]. Auf die cylindrischen Zellen folgen mehrere Schichten kleiner polyedrischer Zellen, deren Oberfläche mit Stacheln dicht besetzt ist (Stachelzellen). Die oberflächlichen Lagen bestehen endlich aus abgeplatteten Zellen, die nicht verhornen und kernhaltig bleiben. In den Zwischenriffelräumen des Epithels befinden sich öfters einzelne Wanderzellen, deren Gestalt sich der Umgebung anpasst. Von der tiefsten Lage der Epithelzellen geht die Regeneration des oberflächlich sich abschuppenden Epithels aus.

2) Die vordere Basalmembran, *Lamina terminalis anterior*, subepitheliale Schicht (Fig. 427, 2) bildet eine glashelle Lage von 20 μ Dicke, welche randwärts abnimmt und endlich aufhört. Mit Hülfe von übermangansaurem Kali gelang es, an ihr einen Aufbau aus Fibrillen nachzuweisen [Rollet], die jedoch nicht elastischer Art sind; vielmehr verhält sich die Schicht wie eine verdichtete zellenfreie Stromalage. Sie wird durchsetzt von den zum Epithel dringenden Nervenfasern.

3) Die Substantia propria corneae, das Stroma der Hornhaut, im Leben vollkommen klar und durchsichtig, besteht aus einer fibrillären Grundsubstanz und aus Zellen, die in sie eingelagert sind. Die leimgebenden Fibrillen sind durch Kittsubstanz zu platten Bündeln (Lamellen) vereinigt, welche eine Dicke von 8 bis 10 μ besitzen und in der Anzahl von 60 bis 65 übereinandergeschichtet sind. Die Lamellen umfassen in ihrer Ausdehnung nicht die ganze Fläche der Cornea, sondern es liegen viele, in verschiedenen Richtungen sich kreuzende Lamellen nebeneinander. Die Lamellen der verschiedenen Schichten sind ferner nicht vollständig gegen einander abgeschlossen, sondern sie verflechten sich untereinander unter sehr spitzen Winkeln, so dass Fibrillenbündel von höheren zu tieferen Ebenen verfolgt werden können. Eine regelmässige Abwechselung in der Fibrillenrichtung verschieden hoher Bündel findet nicht statt; doch laufen die Bündel in den verschiedenen, der Cornea-Oberfläche parallelen Ebenen allerdings in den verschiedensten Richtungen.

In den vorderen Lagen der Hornhaut sind die Fibrillenbündel feiner und werden in schräger, zuweilen in fast senkrechter Richtung von Fibrillengruppen aus tieferen Lagen durchsetzt; man nennt diese Fasern Stützfasern [Bowman], *Fibrae arcuatae*. Die Stützfasern verlieren sich in der vorderen Basalmembran. Einen wirklich lamellären Bau ohne bedeutendere Verschränkung der Bündel besitzt die Hornhaut niederer Wirbelthiere, z. B. des Frosches.

Zwischen den miteinander verflochtenen Fibrillenplatten ist ein reiches Saftkanalsystem ausgespart, welches zu der Ernährung der Hornhaut in wichtiger Beziehung steht und auf verschiedene Weise zur Beobachtung gebracht werden kann. So gelingt es, durch Einstich-Injection von Luft, öligen Massen, Berlinerblau u. s. w ein zusammenhängendes Saftbahnsystem darzustellen, welches

in der ganzen Dicke der Grundsubstanz zwischen den Lamellen ausgebreitet ist. Ein vorzügliches Mittel zur Untersuchung des Hornhautbaues war ferner die Durchtränkung mit Lösungen von Argentum nitricum, sowie von Goldchlorid. Der Inhalt des Saftbahnsystems der unveränderten Hornhaut besteht theils aus einer klaren Flüssigkeit, theils aus zwei Arten von Zellen: 1) aus Hornhautzellen, welche den fixen Zellen des Bindegewebes entsprechen, und 2) aus Wanderzellen (Leukocyten).

Die Hornhautzellen erscheinen in der fertig ausgebildeten Hornhaut in der Form von Endothelzellen und liegen der einen Wand der bezüglichen Safträume innig an. In grösseren Lücken stossen nicht selten zwei oder drei platte Hornhautzellen mit ihren Rändern aneinander. Der kernhaltige Theil der Zellen ragt mehr oder weniger weit in den mit Flüssigkeit erfüllten Hohlraum hinein. Man kann diese Zellen durch Zerzupfung von Hornhautstückchen isoliren. Man kann aber auch (z. B. durch Maceration in Säuren), grössere Gebilde, sogenannte Hornhautkörperchen isoliren, an deren einer Seite die Hornhautzellen anliegen. Letztere verhalten sich hier zu ersteren, wie die Knochenzellen zu den Knochenkörperchen. Wie man im Knochenkörperchen eine verdichtete Wandschicht der kleinen, die Knochenzelle beherbergenden Knochenhöhle isolirt hat, so ist es auch mit dem Hornhautkörperchen der Fall, welches die elastische Wandschicht eines Saftraums mit der einseitig darin liegenden Hornhautzelle darstellt. Ein Bild der Saftbahnen in der Hornhaut gewährt Fig. 428.

Fig. 428.



Fig. 428. Saftbahnen der Hornhaut des Kaninchens, injicirt. Kerne der Hornhautzellen in den erweiterten sternförmigen Saftlücken. (Nach C. Fr. Müller).

Nur die Kerne innerhalb der injicirten Saftbahn sind sichtbar, nicht das sie umgebende feinkörnige Protoplasma. In mehreren Theilen der Bahn liegen die Kerne nahe beieinander. Denken wir uns den Erfolg der Einwirkung von salpetersaurem Silber auf ein frisches Hornhautstück dieser Art, so lassen sich die Zellgrenzen leicht bestimmen, die sich hier ausprägen werden. Beim Erwachsenen sind also Hornhautkörperchen und Hornhautzellen wohl von einander zu unterscheiden; eine Vermittelung gewährt die entwicklungsgeschichtliche Betrachtung, indem sie ergibt, dass die Hornhautzellen des Erwachsenen nur mehr Reste der embryonalen Hornhautzellen darstellen; die totale Hornhautzelle des Erwachsenen dagegen fällt mit dem Hornhautkörperchen des Erwachsenen wesentlich zusammen.

Die zweite Art von Hornhautzellen, die Wanderzellen, kommt in der Hornhaut regelmässig vor, doch in wechselnder Menge. Sie bewegen sich in den Saftbahnen und dienen anscheinend dazu, der Hornhaut durch Zerfall Nahrungsbestandtheile zu vermitteln.

4) Die hintere Basalmembran, Descemet'sche Haut, im frischen Zustand von structurlosem Aussehen, besteht aus einer Anzahl sehr feiner structurloser Lamellen [Henle, Ranvier, Berger], welche (z. B. durch Kochsalzlösung von 10%) voneinander isolirt werden können. Die Descemet'sche Haut ist in der Mitte am dünnsten und verdickt sich randwärts. Gegen Alkalien, Säuren, siedendes Wasser besitzt sie ein grosses Widerstandsvermögen, löst sich dagegen leichter von der Propria ab, als die vordere Basalmembran. Abgelöst besitzt sie die Neigung, sich nach vorn umzurollen.

5) Das Endothel der Descemet'schen Haut besteht aus einer einfachen Lage platter Bindegewebszellen, welche durch Kittsubstanz miteinander verbunden sind. Der Kern liegt meist central, ist kugelig oder ellipsoid, und springt mit dem umgebenden Theil des Zellkörpers in die vordere Augenkammer vor.

Blut- und Lymphgefässe der Cornea.

Die Cornea entbehrt der Blutgefässe, mit Ausnahme des peripheren Theils, des Limbus corneae. Hier schiebt sich zwischen dem Epithel und der Propria eine Schicht lockeren Bindegewebes ein, welches Blutgefässe in Form capillarer Schlingen, das Randschlingennetz der Hornhaut, enthält (Fig. 415). In seltenen Fällen dringen einige Gefässschlingen am Rand der Cornea bis in die Propria vor [Gerlach, Coccius]. S. auch den Abschnitt Gefässe des Bulbus.

Die Lymphbahnen der Cornea haben oben (unter 3) bereits Erwähnung gefunden; hier ist noch hinzuzufügen, dass mit ihnen Räume in Verbindung stehen, welche die Nervenstämmchen der Cornea scheidenartig umgeben. Die Hauptabflusswege der Saftbahnen der Cornea sind in den Lymphgefässen der Conjunctiva enthalten, die sich von der Cornea aus leicht füllen lassen [v. **Recklinghausen**, **Leber**, **Waldeyer**].

Die Nerven der Hornhaut.

Die Nerven der Hornhaut stammen aus den Nn. ciliares. Die Hornhautzweige derselben bilden am Randtheil der Sclera, nach aussen vom Schlemm'schen Kanal, ein den Cornealrand ringförmig umgebendes Geflecht, den Plexus annularis. Von ihm dringen unter schräger Durchbohrung der Sclera Fäden zur Conjunctiva, verbinden sich hier mit den eigenen Nerven der letzteren und gelangen bis zum Limbus corneae und in die vorderen Schichten der Cornea. Der grössere Theil der Nervenstämmchen aber zieht vom Plexus annularis in radiärer Richtung unmittelbar in die Propria corneae hinein und bildet hier den Grundplexus der Hornhaut, dessen hintere Grenze vor dem letzten Viertel der Hornhautdicke gelegen ist, während die vordere Grenze sich bis zur vorderen Basalmembran erstreckt. Die Zahl der am Hornhautrand eintretenden, von Lymphscheiden umgebenen Nerven beträgt etwa 60; die dünnsten Stämmchen enthalten nur einige, die stärksten bis 12 Nervenfasern. Schon vor ihren Eintritt legen sie das Mark ab. Die Axencylinder theilen sich wiederholt und zerfallen schliesslich in feinste Fibrillen. An den Knotenpunkten des Plexus finden sich Kerne von Bindegewebszellen angelagert. Aus den vorderen Theilen des Grundplexus erheben sich zahlreiche, aus mehreren Fibrillen bestehende Fäden,

Fibrae perforantes, welche die vordere Basalmembran durchbohren und an deren äusserer Oberfläche in Fibrillen zerfallen. Zwischen der Basalmembran und dem Epithel bildet sich aus deren Verflechtung der subepitheliale Plexus. Aus ihm dringen zahlreiche, den Zwischenriffelspalten folgende Fäserchen in das Epithel hinein und bilden innerhalb desselben den intraepithelialen Plexus [Hoyer]. Die eigentliche Endigung findet nicht in Form von Netzen, sondern terminaler, in Endknöpfen auslaufender Fäden statt. Nicht alle Fasern des Grundplexus gelangen zum Epithel; ein ansehnlicher Theil vielmehr ist zur Versorgung der Propria selbst bestimmt. Wie sie hier endigen, ob frei, ob an oder in den Hornhautkörperchen und Hornhautzellen, ist zur Zeit noch unsicher.

b. Die Sclera.

Die Sclera umhüllt etwa $^4/_5$ des Augapfels, geht vorn in die Cornea über und setzt sich medianwärts vom hinteren Pol in die Scheiden des Sehnerven fort. An der Uebergangsstelle in den Sehnerven befindet sich das sogenannte Foramen opticum sclerae und die Lamina cribrosa (s. oben S. 707). Bei stärkerer Ausbildung der Sclera ist ihre Farbe weiss; bläulich bei grösserer Dünnheit, wie bei Kindern, gelblich bei älteren Leuten, in Folge einer Einlagerung von Fettkörnchen. In der unmittelbaren Nähe des Sehnerven beträgt ihre Dicke durchschnittlich 1 bis 2 mm. Von hier aus nimmt ihre Dicke ab und ist in der äquatorialen Zone auf 0,4 bis 0,5 mm herabgesunken. Am dünnsten ist sie an den Stellen, wo die Sehnen der Augenmuskeln sie bedecken (0,3 mm, Sappey). In der Gegend der Verbindung mit den Sehnenausbreitungen der Muskeln steigt ihre Dicke dagegen wieder auf 0,6 mm.

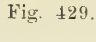
Sie besteht aus Bündeln fibrillären Bindegewebes, welche vorherrschend theils in meridionaler, theils in äquatorialer Richtung verlaufen. Die einzelnen Bündel verflechten sich untereinander in mannigfaltiger Weise. Die Sehnen der geraden Augenmuskeln gehen in der Sclera in meridionale, die der schiefen in äquatoriale Richtung über, indem sie sich zugleich einsenken [Löwig]. Den Fibrillenbündeln sind besonders an der inneren Fläche der Sclera reichlich elastische Fasern beigemischt. In den Zwischenräumen der Bündel sind feine Saftkanälchen entwickelt, die denjenigen der Hornhaut ähnlich, zum Theil von platten Bindegewebszellen ausgekleidet werden. Das Saftbahnsystem der Cornea setzt sich in das der Sclera fort und kann von dem einen auch dasjenige des andern gefüllt werden. Ausser Wanderzellen kommen noch Pigmentzellen vor, doch sind letztere selten; reichlicher werden sie in der an die Chorioides grenzenden und mit ihr zusammenhängenden Lage, der Lamina fusca, einem Theil der Suprachorioidea (s. S. 725). Zwischen der inneren Oberfläche der Sclera und der Chorioides befindet sich der schon erwähnte perichorioidale Lymphraum (s. S. 725). Aber auch die Aussenfläche der Sclera grenzt an einen Lymphraum und ist von Endothel bekleidet; es ist dies der Tenon'sche Raum. Er wird durch die Tenon'sche Kapsel (s. den Abschnitt „Muskeln des Auges") vom orbitalen Fett abgegrenzt. Der Tenon'sche Raum wird von zahlreichen Bälkchen durchzogen. Diese hindern indessen nicht die freie Beweglichkeit des Bulbus, der in der Tenon'schen Kapsel wie der Gelenkkopf in einer Gelenkpfanne seine Rotationen auszuführen vermag.

Ungefähr in der Gegend der Ansatzstellen der Sehnen der geraden Augenmuskeln beginnt die Ueberkleidung der Sclera mit der Conjunctiva, welche in diesem Abschnitt Conjunctiva sclerae heisst und sich in die Conjunctiva corneae fortsetzt. Die Conjunctiva sclerae besteht aus einem mehrschichtigen Epithel, einer festen bindegewebigen Grundlage und lockerem subconjunctivalem Bindegewebe. Vergl. hierüber den Abschnitt Conjunctiva, S. 750.

Die Verbindungsweise der Sclera mit der Cornea wurde bereits geschildert (S. 735). Besonderer Beachtung bedarf jedoch noch die Gegend der inneren Oberfläche der Corneo-Scleralgrenze. Die hier zu untersuchenden Theile sind: der Schlemm'sche Kanal (Fig. 423, 4) und das Ligamentum pectinatum iridis mit dem Fontana'schen Raum.

Der Schlemm'sche Kanal ist ein an der vorderen Grenze und an der inneren Wand der Sclera gelegener, von Endothel ausgekleideter Gang, welcher die vordere Scleralgrenze umkreist und in sich zurückläuft. Auf den meisten Schnitten erscheint er als einfacher Kanal, an anderen Stellen zerfällt er durch quere oder schräge Brücken in zwei bis drei Abtheilungen, die sich aber bald wieder zu einer Lichtung vereinigen. Auf der Aussenseite entspringt aus ihm eine Anzahl von Gefässen, die sich scleralwärts wenden, um in der Sclera mit den aus dem Ciliarmuskel kommenden Zweigen der vorderen Ciliarvenen sich zu verbinden. Der Schlemm'sche Kanal steht hiernach mit dem Venensystem in offener Verbindung (s. auch Fig. 415), er ist den perforirenden vorderen Ciliarnerven als allseitig verbindender, immer offener Ringsinus vorn angesetzt. Wichtig ist, dass er, wie Injectionen ergeben haben, im Stande ist, bei Drucksteigerungen in der vorderen Augenkammer eine Minderung des Druckes durch Aufsaugung von Kammerwasser zu vermitteln [Schwalbe]. Werden nichtdiffusible farbige Flüssigkeiten (gelöstes Berlinerblau, Alkanninterpentin, Asphalt-Chloroform) in die vordere Augenkammer injicirt, so füllen sich die vorderen Ciliarvenen, und die Injectionsmasse dringt aus der vorderen Kammer zuerst in das Lückenwerk des Fontana'schen Raumes, sodann in den Schlemm'schen Kanal und durch ihn in die Ciliarvenen; die Art der zwischen dem Fontana'schen Raum und dem Schlemm'schen Kanal vorhandenen Verbindungswege ist weniger genau bekannt; doch steht fest, dass die innere, an den Fontana'schen Raum stossende Wand des Schlemm'schen Kanals vielfach gitterförmig durchbrochen ist.

Mit dieser Innenwand, sowie mit der Descemet'schen Haut, steht das den Iriswinkel der vorderen Augenkammer theils begrenzende, theils ausfüllende Schwammgewebe in Verbindung, welches Ligamentum pectinatum iridis genannt zu werden pflegt [Hueck]. Der Raum, welcher innerhalb des Schwammgewebes ausgespart bleibt, heisst der Fontana'sche Raum. Das ihn durchsetzende Balkennetz besteht aus starren, der elastischen Substanz verwandten Fibrillenbündeln, die sich netzförmig untereinander verbinden. Sie lassen zahlreiche grössere und kleinere, unter einander zusammenhängende Lücken frei, welche mit der vorderen Augenkammer in Verbindung stehen und mit Humor aqueus erfüllt sind. Ein Blick auf Fig. 423 zeigt, dass das Ligamentum pectinatum iridis auf dem Querschnitt ein dreiseitiges Feld einnimmt, welches seine vordere Seite der vorderen Kammer, seine hintere Seite dem Musculus ciliaris, seine innere Seite aber der Iris zuwendet und mit deren Margo ciliaris in ausgedehnter Verbindung steht. Die einzelnen Bälkchen des Ligamentum pectinatum sind



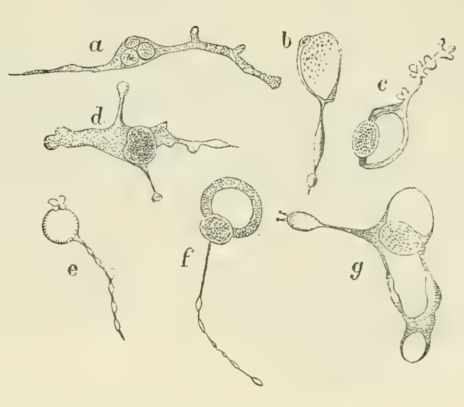


Fig. 429 Zellen des menschlichen Glaskörpers.

a und d ohne, b, c, e, f, g mit Vacuolen. c und d mit Fortsätzen, von denen sich Protoplasmakügelchen ablösen.

mit Endothel bekleidet, wie die hintere Fläche der Hornhaut, wie die vordere Fläche der Iris. Der Fontana'sche Raum gehört, wie die vordere und hintere Augenkammer, dem Lymphsystem des Bulbus an; der Schlemm'sche Kanal steht nach dem Angegebenen mit diesem Lymphsystem in leitender Verbindung.

Die der Sclera selbst angehörigen Blutgefässe sind sehr spärlich und stammen, was arterielle Gefässe betrifft, aus den hinteren und vorderen Ciliararterien. Die durchtretenden Gefässe dagegen sind zahlreich und zerfallen in eine vordere, mittlere und hintere Gruppe. Nahe dem Cornealrand wird sie von Zweigen der vorderen Ciliararterien und Ciliarvenen durchbohrt; in der äquatorialen Gegend durchsetzen die Venae vorticosae die Sclera; aus der Umgebung des Opticus-Eintritts gelangen die Aa. ciliares posticae longae und breves durch sie hindurch.

Die Lymphbahnen der Sclera, ihre Saftkanälchen, sowie ihr äusserer und innerer Lympfsack sind bereits oben erwähnt worden.

Die Nerven sind theils eigene, theils durchtretende. Letztere werden durch die Nn. ciliares dargestellt. Die eigenen Nerven der Sclera treten von den zwischen der Sclera und Chorioides laufenden Ciliarnerven ab [Helfreich, Königstein]; ihre Endigungsweise ist unbekannt, vermuthlich aber dieselbe wie in der Propria corneae.

D. Die Linse.

Die Linse, Krystall-Linse, Lens crystallina (Fig. 402, 12) hat die Gestalt einer biconvexen Linse von kreisförmigem Umriss, eine Axe (sagittalen Durchmesser) von 4, einen transversalen Durchmesser von 9 bis 10 mm, eine schwächer gekrümmte vordere (Krümmungsradius 8,3 bis 10), und stärker gekrümmte hintere Fläche (Krümmungsradius 6,0 mm). Bei der Accommodation für die Nähe wird die Linse dicker, besonders unter Zunahme der Krümmung der vorderen Fläche. Beide Krümmungslinien sind nicht genau sphärisch, sondern die vordere nähert sich einer Ellipse, die hintere einer Parabel.

Die Linse liegt zwischen der Iris und dem Glaskörper. Ihre vordere Fläche nimmt mit ihrem Mitteltheil die Pupillaröffnung der Iris ein; sie schmiegt sich mit der darauf folgenden Zone der Pupillarzone der Iris an, während der Randtheil der vorderen Fläche sich von der Iris entfernt und mit ihr und dem Corpus ciliare die hintere Augenkammer (15) begrenzt. Die hintere Fläche der Linse ruht in einer entsprechenden Vertiefung der vorderen Fläche des Glaskörpers (Fossa patellaris). Der Linsenrand steht durch die Zonula ciliaris (16) mit

dem Corpus ciliare in Verbindung, dessen Kuppe den Linsenrand nicht vollständig erreicht.

Die Substanz der Linse ist im lebenden Auge wasserklar, bei jugendlichen Personen farblos, im späteren Alter leicht gelblich. Sie enthält gegen 60% Wasser und 35% Albuminstoffe. Sie besteht aus einer Kapsel und einem von ihr umschlossenen Inhalt, an welchem man der Festigkeit nach eine Substantia corticalis und einen Nucleus lentis unterscheidet, die beide unmerklich ineinander übergehen. Nach dem Tode trübt sich die Linse, zuerst der Linsenkern. Der Brechungsindex der Linse beträgt nach Helmholtz 1,44 bis 1,45. Sie gehört zu den doppelt lichtbrechenden Körpern. Die kindliche Linse ist stärker gekrümmt als die des Erwachsenen (Fig. 430); in höherem Alter nimmt die Abplattung noch zu.

Fig. 430.

a b c

Fig. 430. Seitliche Ansicht menschlicher Linsen in verschiedenen Altersstadien.

a, vom Neugebornen; b. vom Erwachsenen; c. im Alter. Die vordere Fläche ist in allen drei Figuren nach links gerichtet.

Histologisch besteht die Linse aus drei verschiedenen Bestandtheilen:

1) aus der Linsenkapsel,

2) aus dem vorderen Epithel,

3) aus den Linsenfasern, die dem hinteren Epithel entsprechen und aus ihm hervorgegangen sind.

zu 1) Die Linsenkapsel ist eine glashelle Membran, welche die Linsensubstanz allseitig umschliesst und an der vorderen Fläche 10 bis 15 μ Dicke besitzt. Randwärts nimmt die Dicke ab und verdünnt sich auf der hinteren Fläche und am hinteren Pol auf 5 bis 7 μ. Ausgeschnittene Stücke der Kapsel rollen sich in Folge starker Elasticität derselben nach aussen um. In chemischer Hinsicht gehört die Kapsel weder der leimgebenden, noch der elastischen Substanz des Bindegewebes an, indem sie concentrirten Säuren nur in geringem Grade widersteht, durch Kochen in Wasser zwar aufgelöst wird, aber beim Erkalten nicht erstarrt; sie löst sich ferner in Trypsin. Am nächsten verwandt ist sie dem Sarkolemm und den Membranae propriae der Drüsen [Chittenden]. Durchschnitte durch die Kapsel lassen bei starker Vergrösserung eine feine, der Oberfläche parallele Streifung erkennen. Dieselbe entspricht einer Zusammensetzung aus einzelnen Lamellen, in welche die Kapsel sich zerlegen lässt [Berger]. Die Kapsel ist ihrer ersten Anlage nach eine rein cuticuläre Bildung. Ob in späterer Entwicklungsstufe auch bindegewebige Elemente an ihrem Aufbau betheiligt sind, ist zweifelhaft.

2) Das vordere Epithel besteht aus einer einschichtigen Lage von Zellen, die bei Kindern kubisch, bei Erwachsenen abgeplattet sind. Die Epithelzellen sind von der Kapsel durch eine dünne subcapsuläre Eiweissschicht geschieden, welche auch der hinteren Kapselwand aufliegt. Randwärts werden die Zellen höher (Fig. 431) und gehen in die Linsenfasern über.

3) Die Linsenfasern oder das hintere Epithel sind sechsseitige bandförmige Zellen von verschiedener Länge (Fig. 432), 7 bis 12 μ Breite, 2,5 bis 5,5 μ Dicke. Breite und Dicke der Linsenfasern nimmt von den peripheren

Fig. 431.

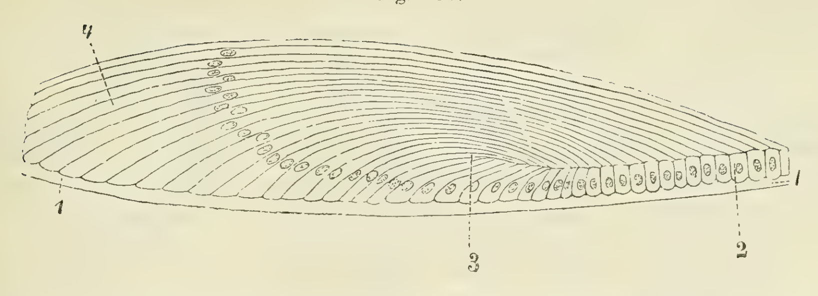
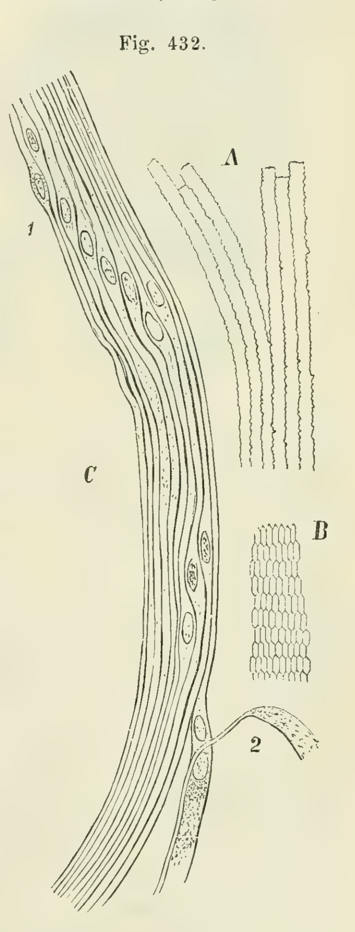


Fig. 431. Meridionalschnitt durch den Linsenrand. Vom Kaninchen. (Nach Babuchin). 1, Linsenkapsel; 2, Epithel der Linse, bei 3 allmählich in die Linsenfasern (4) übergehend.

Fig. 432. Linsenfasern. $^{350}/_{1}$.

A, Linsenfasern des Ochsen mit zackigen Rändern; (nach Kölliker). B, Querschnitt der Linsenfasern des Menschen; (nach Kölliker). C, Fasern aus der Aequatorialgegend der menschlichen Linse; (nach Henle). Die Mehrzahl der Fasern in Kantenansicht; nur bei 2 und in A Flächenansicht; bei 1 Kerne der Linsenfasern.

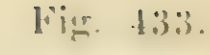
Fig. 432.

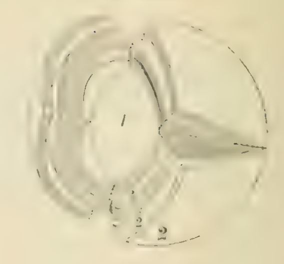


Schichten nach dem Linsenkern hin ab. An der Stelle, die den Kern trägt, ist die Zelle aufgetrieben. Der Kern ist oval, granulirt, mit Kernkörperchen versehen, liegt etwa in der Mitte der Zellenlänge, fehlt nur den centralen Linsenfasern. Die Linsenfasern haben insofern eine Membran, als die Rindenschicht, welche in den weichen Inhalt allmählich übergeht, dichter gefügt ist. Wird der Inhalt ausgepresst, so bleibt die Rindenschicht als Linsenröhre zurück. Die Kanten der Linsenfasern sind rauh, mit feinen Zacken besetzt, welche an die Stacheln der Zellen des Rete Malpighii erinnern; die Linsenfasern sind auch wirklich Abkömmlinge der Keimschicht der Epidermis. Verbunden sind die einzelnen Linsenfasern unter sich durch eine Kittsubstanz, welche durch Kochen, durch Maceration in Säuren u. s. w. gelockert wird, so dass nunmehr die Fasern isolirt werden können. Wie anderwärts bei den Epithelien, so haben wir in den intercellulären Räumen nicht bloss Stätten zur gegenseitigen Befestigung der Zellen zu erblicken, sondern auch Gänge, in welchem eine für die Ernährung der Zellen wichtige Saftströmung stattfindet. Die Kittsubstanz findet sich zwischen den breiten Flächen der Linsenfasern in geringerer Menge, als an den scharfen Kanten. Die Fasern trennen sich in Folge dessen leichter in der Richtung der Breitseiten. So kommt es, dass die Linse nach vorausgegangener Maceration in Lamellen, ähnlich einer Zwiebel, zerlegt werden kann (Fig. 433).

Fig. 433. Aufblätterung der Linse nach Behandlung mit verdünntem Alkohol. ⁴/₁. (Nach Arnold).

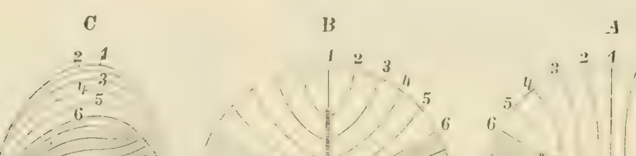
1, festere centrale Theile der Linse (Nucleus lentis). 2, 2, Lamellen der sog. Corticalsubstanz.





Betrachtet man an einer erhärteten oder macerirten Linse die vordere und hintere Fläche, so nimmt man im einfachsten Fall je eine dreistrahlige Figur wahr, den Linsenstern (Fig. 434, A u. B). Die drei Radien des Linsensterns (von C ausgehend) bilden mit einander Winkel von 120°. Die vordere Fläche zeigt den vertikalen Strahl (bei 1) nach oben, die hintere Fläche dagegen nach unten gerichtet (Fig. 434, B, A). Beim Erwachsenen

Fig. 434.



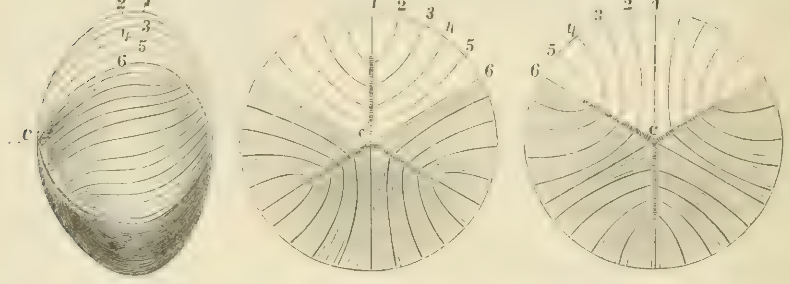


Fig. 434. Schematische Darstellung des Verlaufs der Linsenfasern und der Anordnung des Linsensterns beim Fötus und Neugebornen. ⁷/₁.

A, Ansicht der hinteren Fläche. B, Ansicht der vorderen Fläche C, seitliche Ansicht. c bedeutet in allen 3 Figuren das Centrum des Linsensterns, bezw. den vorderen und hinteren Pol der Linse. Die Zahlen 1 bis 6 bezeichnen 6 in gleichen Abständen dargestellte Linsenfasern, deren Verlauf aus den 3 Figuren deutlich zu ersehen ist.

findet sich der einfache Stern noch in den tieferen Faserlagen; in den äusseren Schichten sind in der Regel neue Strahlen sichtbar, welche den Linsenstern zu einem sechs- oder mehrstrahligen umbilden (Fig. 435). Die Entstehung des Linsensterns ist zurückzuführen auf das Sichtbarwerden von Nahtlinien, in welchen die Enden der Linsenfasern aufeinanderstossen. Die Enden der Fasern können dabei auseinandertreten, es entstehen klaffende Spalten, welche zum Theil mit körniger Masse (Sternsubstanz) erfüllt sind. Die Sternsubstanz besteht aus ausgetretetenem Fasereiweiss (Linsen- oder Eiweisskugeln) und aus Kittsubstanz.

Ueber den Verlauf der Linsenfasern belehrt Fig. 434, A, B und C. Die Länge und Krümmung der Fasern ist in den verschiedenen Schichten der Linse nicht die gleiche, wie sich ohne Weiteres aus ihr ergibt. Die Linsenfasern einer und derselben Schicht haben dagegen auf der ganzen Linsenoberfläche, vom Aequator abgesehen, fast die gleiche Länge. Die aus der Polgegend des vorderen Linsensterns kommenden Fasern (z. B. Fig. 434, B, 6) finden ihr Ende an den freien Enden der Linsenstrahlen der hinteren Fläche (A, 6); die vom Ende der Radien ausgehenden (B, 1) erreichen den Pol der entgegengesetzten Fläche (A, 1). Bemerkenswerth ist für den Ausgang und den Ansatz der Fasern

die Erscheinung, dass alle Fasern einen möglichst grossen, beinahe rechten Winkel zum Sternstrahl zu gewinnen suchen. So entstehen interessante Sförmige Krümmungen der Linsenfasern, wie sie bei Beziehung der Fasern von A auf die zugehörigen von B, deutlicher noch in Fig. C hervortreten. Dabei ist im Auge zu behalten, dass das Mittelstück der Fasern natürlich auch eine starke meridionale Krümmung besitzt und an Länge die nach den entgegengesetzten Seiten umgebogenen Enden weit übertrifft.

Von der Mitte des Zwischenraums zwischen zwei Sternlinien fahren die Linsenfasern wirbelähnlich aus einander (Fig. 435, 1, 1): man hat diese Figuren als Linsenwirbel (Vortex lentis) beschrieben.

Fig. 435.

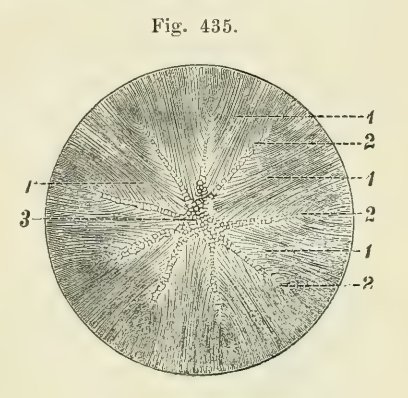


Fig. 435. Sternfigur an der vorderen Fläche der Linse eines Erwachsenen. (Nach Arnold). $^6/_1$.
1, 1, meridional verlaufende Linsenfasern, zwischen den Sternstrahlen die Linsenwirbel bildend; 2, 2, Sternstrahlen bezw. Linsenfaser-Nähte. 3, Centrum der Strahlenfigur, mit sog. Sternsubstanz erfüllt.

Die Linse entbehrt der Gefässe und der Nerven. Ueber die fötalen Gefässe der Linsenkapsel s. „Gefässe des Augapfels".

E. Der Glaskörper (Corpus vitreum).

Der Glaskörper erfüllt den hinter der Linse und dem Corpus ciliare gelegenen, von der Netzhaut umschlossenen Raum (Glaskörperraum) des Augapfels und besitzt demgemäss die Form einer in sagittaler Richtung abgeplatteten Kugel. Seine Vorderfläche ist zu einer Grube, Fossa patellaris, eingesunken, in welcher die Linse ruht. Er ist in seiner ganzen Ausdehnung, von der Papilla optici bis zur Linse von einer häutigen Hülle, Membrana hyaloidea, umgeben, welche in der Gegend des Corpus ciliare eine modificirte Gestalt annimmt und mit der Linsenkapsel verschmilzt. Der von der Hülle umschlossene klare Inhalt stellt die wasserreiche Glaskörpergallerte, ein modificirtes Bindegewebe, dar.

1) Die Membrana hyaloidea und Zonula ciliaris (Fig. 402).

Die Hyaloidea ist eine glashelle structurlose Membran, welche mit ihrer Aussenfläche der Membrana limitans interna der Retina dicht anliegt, während an ihrer Innenfläche die Glaskörpergallerte innig haftet. Sie wurde früherhin öfters zur Retina gerechnet, allein die Retina schliesst mit der Limitans interna ab; die Hyaloidea dagegen gehört dem Glaskörper an. Dass sie am frischen Auge bei der Zerlegung desselben oft an der Retina haften bleibt, ändert an diesem Verhältniss natürlich nichts. An der inneren Oberfläche der Hyaloidea werden regellos zerstreut Leukocyten wahrgenommen, besonders aber in der Gegend der Ora serrata und der Papilla optici [Schwalbe].

Die Hyaloidea setzt sich, am Corpus ciliare angelangt, in die Zonula ciliaris s. Zinnii fort, welche sich von der Ora serrata bis zur Linsenkapsel erstreckt. Entsprechend ihrem Verhältniss zum Corpus ciliare unterscheidet man

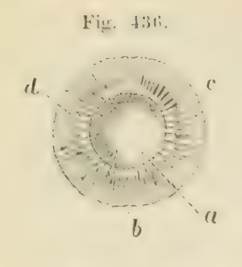


Fig. 436. Linse mit Zonula und Glaskörper. von vorn gesehen.
a, Linse, b, freier Theil der Zonula; c, d, verwachsener Theil derselben; bei c haftet Pigment an, welches aus der Pars ciliaris retinae stammt.

einen verwachsenen und einen freien Theil der Zonula. Der verwachsene Theil haftet im frischen Zustand fest an der hinteren Wand des Ciliarkörpers. Im Gebiet des Orbiculus ciliaris ist diese Verwachsung eine durchgreifende; anders aber im Gebiet der Corona ciliaris. Die Zonula folgt zwar den Falten der Processus ciliares, ist aber nur mit den Gipfeln der Falten verbunden; in den Faltenthälern, die zwischen den Processus ciliares liegen, dringt die Zonula nicht bis auf den Grund vor, sondern es bleibt zwischen beiden ein Zwischenraum, der von Augenflüssigkeit erfüllt ist. Die Gesammtheit dieser kleinen Zwischenräume, deren es, wenn 70 Processus ciliares vorhanden sind, ebenfalls 70 gibt, ist unter dem Namen der Kuhnt'schen Räume oder Recessus camerae posterioris bekannt. Die Gipfel der Plicae ciliares (s. S. 729) können dagegen mit der Zonula in Verbindung treten. Ausserdem sind in den Kuhnt'schen Räumen Fasern vorhanden, welche die Zonula mit den Faltenthälern in Verbindung setzen, die Spannfasern von Berger. Je näher nun die Zonula dem freien Rand der Corona ciliaris kommt, um so mehr zerspaltet sie sich in Faserbündel, Zonulafasern, und tritt endlich in solche aufgelöst in den freien Raum zwischen Corpus ciliare und Linsenrand über.

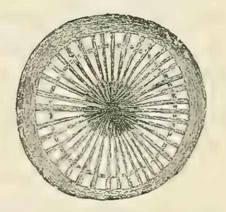
Die frei gewordenen Faserbündel verlaufen in eigenthümlicher Weise zum Linsenrand. Die aus der Gegend der Ciliarfortsätze kommenden Bündel streben zum Aequator der Linsenkapsel und zu einer kleinen angrenzenden Zone ihrer hinteren Fläche. Die aus den Faltenthälern kommenden Bündel dagegen laufen in dichten Massen zur vorderen Wand der Linsenkapsel und setzen sich in einer Zone an, welche in der Nähe des Aequators beginnt und sich von hier an eine Strecke weit fortsetzt. In Folge dieser Insertion erscheint ein peripherer Theil der vorderen Linsenkapsel mehr oder weniger stark radiär gestreift. Die Lamelle der Linsenkapsel, welche die Zonulafasern aufnimmt, lässt sich von den übrigen leichter trennen und führt den Namen Zonulalamelle der Linsenkapsel. Ihrer chemischen Beschaffenheit nach sind die Zonulafasern sehr resistente Gebilde und ähneln am meisten den elastischen Fasern.

Hinter der Zonula liegt ein beim Menschen kleiner, bei manchen Säugethieren grösserer Raum, der Petit'sche Kanal (Fig. 402, 17); er wird hinten durch die Glaskörpergallerte und einen sie begrenzenden Verdichtungsstreifen, innen durch den äquatorialen Rand der Linsenkapsel begrenzt. Auswärts zieht sich der Canalis Petiti in eine capillare Spalte aus und hat seine grösste Tiefe im Bereich des Linsenrandes. Durch die zum hinteren Linsenrand ziehenden Zonulabündel wird der Kanal perlschnurartig in aufeinanderfolgende erweiterte und verengerte Räume umgestaltet. Da der freie Theil der Zonula keine zusammenhängende Membran darstellt, sondern von einem System von Spalten durchbrochen ist, so lässt er sich von der vorderen Augenkammer aus, durch Injection in letztere, unschwer in seinem ganzen Umfang füllen [Schwalbe].

2) Die Glaskörpergallerte enthält bis 98,6 % Wasser. Auf ein Filter gelegt entlässt sie die Hauptmasse ihres Gewichtes als Glaskörperflüssig-

keit, Vitrina ocularis, welche Salze, Extractivstoffe und Spuren von gelöstem Eiweiss enthält; es bleiben nur 0,21 Gewichtstheile als fester Rückstand [Lohmeyer]. Die Glaskörpergallerte ist nicht structurlos; sie enthält vielmehr in ansehnlicher Menge feine durchsichtige Fäden, welche Bindegewebsfibrillen entsprechen, und Zellen von verschiedener Form, welche Bindegewebszellen darstellen. Dass auch Wanderzellen (Leukocyten) im Glaskörper vorkommen, wurde bereits erwähnt. Was die Fasern betrifft, so durchziehen sie den Glaskörperraum in meridionalen Zügen, in der Richtung von hinten nach vorn, und zugleich in concentrischen Schaaren, so dass sich hieraus eine lamellöse, der Anordnung der Zwiebelschalen ähnliche Beschaffenheit des Glaskörpers ergibt. Diese Richtung wird gekreuzt durch radiäre Faserzüge, welche nach Art der Scheidewände einer Apfelsine den Raum abtheilen. Von diesen Verhältnissen gibt Fig. 437 eine Vorstellung, welche einen Aequatorialschnitt des in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Glaskörpers wieder gibt. Hiebei ist jedoch daran

Fig. 437. Aequatorialschnitt des menschlichen Glaskörpers. Präparat aus Müller'scher Lösung.


Fig. 437.

zu erinnern, dass in Folge der härtenden Flüssigkeit eine bedeutende Schrumpfung der Bestandtheile stattgefunden hat. In der Gegend der Fossa patellaris sind die Fasern häufiger und unregelmässig durcheinandergewirrt. Hinten beginnen die Fasern an der Eintrittsstelle des Sehnerven. Von hier aus erstreckt sich gegen die Fossa patellaris hin ein axialer Hohlraum im Glaskörper, welcher der Fäden entbehrt und nur von Flüssigkeit erfüllt ist; es ist dies der Canalis hyaloideus (Centralkanal des Glaskörpers). Er beginnt an der Papilla optici mit einer leichten Erweiterung (Area Martegiani). Dieser etwa 2 mm weite Centralkanal schliesst im embryonalen Auge ein Gefäss ein, die A. hyaloidea (s. capsularis). Nach ihrer Rückbildung ist anfänglich noch ein Rest des begleitenden Bindegewebes übrig, bis auch dieser durch völlige Verflüssigung geschwunden ist. Nur an der Papilla optici bleibt ein Rest dieses Gewebes zurück, eine Bindegewebsplatte, welche die physiologische Excavation des Sehnerven ausfüllt. Im Auge des Rindes ist der übrig bleibende Rest weit grösser; er stellt einen bis 2 mm hohen, in den Canalis hyaloideus hineinragenden Zapfen (Conus hyaloideus) dar, welcher an seiner Basis gegen $^1/_2$ mm Durchmesser besitzt.

Die Glaskörperzellen haben verschiedene Formen; von den sonderbarsten gibt Fig. 429 eine Vorstellung. Sie haben Ausläufer, die oft sehr lang sind, Theilungen eingehen und vielleicht mit den Fasern in Verbindung stehen. An den Ausläufern können Anschwellungen verschiedener Art vorkommen. Das Zellprotoplasma hat nicht selten Vacuolen, die mit Flüssigkeit erfüllt sind und den Zellen ein sehr wechselndes Ansehen geben (z. B. Fig. 429, f, g, c). Der Kern kann einfach oder mehrfach vorhanden sein.

Es würde schwer fallen, allein durch die Untersuchung des Glaskörpers des erwachsenen Auges über die Gewebsform in's Reine zu kommen, welche in ihm vertreten ist, ja überhaupt eine Gewebsform anzuerkennen. In der That ist der Glaskörper schon oft als ein mit Wanderzellen versehenes flüssiges Transsudat

betrachtet worden. Die Entwicklung zeigt uns aber auf das Deutlichste, wie die Sache sich verhält. Der Glaskörper ist ursprünglich, im Anschluss an die Bildung des Glaskörperraums, nichts anderes, als jugendliche Bindesubstanz und besteht aus verästelten Bindesubstanzzellen und einer sie umgebenden Flüssigkeit. Ist einmal dieses Bindegewebe angelegt, so schwindet es in der Folge nicht gänzlich; denn es lassen sich zu jeder Zeit Glaskörperzellen finden; dagegen beginnt von einer bestimmten Stufe an die Umwandlung des jugendlichen Bindegewebes in diejenige Gewebsform, welche der Glaskörper des Erwachsenen uns zeigt: das jugendliche Bindegewebe wird zum Gallertgewebe besonderer Art.

Die Gefässe des Augapfels.

a) Blutgefässe (Fig. 415).

Eine Zusammenstellung der in dem Vorausgehenden über die Gefässe der verschiedenen Theile des Auges enthaltenen Angaben ergibt, dass die Blutgefässe des Augapfels zwei Systemen angehören:

1) dem Netzhautgefässsystem;

2) dem Ciliargefässsystem (ein Ausdruck, der durch einen Theil das Ganze bezeichnet).

An der Eintrittsstelle des Sehnerven gehen beide miteinander Verbindungen ein.

1) Das Netzhautgefässsystem wird gebildet durch die A. und V. centralis retinae. Ueber die Verhältnisse derselben s. oben S. 722.

Das Netzhautgefässsystem ist der bleibende Theil eines in embryonaler Zeit ausgedehnteren Gefässsystems, dessen vergänglicher Theil den Glaskörper durchsetzte und für die Linse bestimmt war. Das Gefäss, welchem diese Rolle zufiel, ist die A. hyaloidea s. capsularis, eine Fortsetzung der A. centralis retinae von der Opticuspapille durch den Glaskörper zur hinteren Linsenkapsel. An der hinteren Linsenfläche sich verzweigend, treten die Aeste des Gefässes über den Linsenrand hinweg zur vorderen Linsenfläche. Auch die Pupillarfläche der vorderen Linsenkapsel wird von dieser Verzweigung versorgt; dieser Pupillartheil des Gefässnetzes heisst Membrana pupillaris; der die Linse vom Aequator bis zum Pupillarrand umgebende Theil des Gefässnetzes führt den Namen Membrana capsulo-pupillaris; der die hintere Linsenkapsel umgebende Theil der Verzweigung heisst Membrana capsularis.

2) Das Ciliargefässsystem besteht aus den Aa. ciliares posticae breves, den Aa. ciliares posticae longae und den Aa. ciliares anticae, nebst den zugehörigen Venen, den Vv. ciliares posticae s. vorticosae, und den Vv. ciliares anticae.

a) Die Aa. ciliares posticae breves (Fig. 415, a) entspringen aus der Ophthalmica mit 4 bis 6 Aesten, theilen sich auf ihrem Wege zum Augapfel und durchbohren die Sclera in der Umgebung des Sehnerveneintritts mit 18 bis 20 Zweigen. Vor der Durchbohrung geben sie feine Zweige zur hinteren Hälfte der Sclera und zur Duralscheide des Sehnerven. Nach geschehener Durchbohrung breiten sie sich in der Chorioides aus und bilden auch die Capillaren der Choriocapillaris (s. S. 727). An der Stelle des Sehnerveneintritts verbinden sie sich mit dem Netzhautgefässsystem durch den Zinn'schen Scleralgefässkranz und durch Capillaren der Choriocapillaris. Am vorderen Umfang der Cho-

rioidea verbinden sie sich durch ungefähr 10 Aa. recurrentes (Fig. 415 o) mit den Stämmen der letzteren, nämlich den Aa. ciliares posticae longae, den Aa. ciliares anticae und dem Circulus arteriosus iridis major.

b) Die Aa. ciliares posticae longae (Fig. 415, b) laufen, zwei an Zahl, die eine an der medialen, die andere an der lateralen Seite des Augapfels, zwischen Sclera und Chorioides zum Corpus ciliare (s. S. 726). Sie bilden den Circulus arteriosus iridis major (Fig. 415, p) und anastomosiren dabei mit den Aa. ciliares anticae (Fig. 415, c). Ihre Zweige sind: Arteriae recurrentes, Zweige für den M. ciliaris, Zweige zur Bildung des Circulus arteriosus iridis major. Der letztere gibt einzelne Aa. recurrentes ab, versorgt die Corona ciliaris und die Iris. Durch den Circulus arteriosus iridis major anastomosiren die langen Ciliararterien mit den Aa. ciliares anticae; durch die Recurrentes mit den Ciliares posticae breves.

c) Die Aa. ciliares anticae (Fig. 415, c). Sie entspringen (meist je 2) aus den Arterien der vier geraden Augenmuskeln, verlaufen unter Theilung nach vorn, durchbohren hinter dem Cornealrand die Sclera und dringen hinter dem Canalis Schlemmii in den M. ciliaris. Vor der Durchbohrung senden sie dem vorderen Theil der Sclera, der Conjunctiva sclerae und corneae feine Zweige zu. Die durchbohrenden Zweige geben innerhalb des M. ciliaris Aeste ab zum Circulus arteriosus iridis major, zum M. ciliaris; auch einzelne Aa. recurrentes gehen von ihnen aus.

Was die Venen betrifft, so sind

1) die Vv. vorticosae (Fig. 415, h) oben (S. 726) geschildert worden. Sie sammeln das Blut aus der Iris, der Corona ciliaris, einem Theil des Ciliarmuskels, dem Orbiculus ciliaris, der Chorioides, und nehmen nach Durchbohrung der Sclera noch episclerale Venen auf.

2) Die Vv. ciliares anticae (Fig. 415, c′) beziehen innerhalb des Augapfels nur aus dem M. ciliaris Zweige. Während ihres Laufes durch die Sclera nehmen sie die Verbindungsgefässe des Canalis Schlemmii auf. Ueber letzteren s. S. 740. Nach geschehener Durchbohrung empfangen sie Zuflüsse aus dem schwachen episcleralen Gefässnetz, aus der Conjunctiva sclerae und corneae. Sie münden in die Venen der geraden Augenmuskeln.

b) Lymphbahnen.

Die Lymphbahnen des Augapfels lassen sich in ein vorderes und hinteres Gebiet scheiden [Schwalbe].

1) Das vordere Gebiet enthält vor Allem die vordere Augenkammer, ferner die Saftkanälchen der Hornhaut und des angrenzenden Theils der Sclera.

Die vordere Augenkammer ist von einer wasserhellen Flüssigkeit erfüllt, dem Humor aqueus, der stets Spuren von Eiweiss und Zucker, in geringer Zahl auch weisse Blutkörperchen enthält und in der Menge von 0,21 bis 0,30 gr [C. Krause] vorhanden ist. Die vordere Augenkammer steht durch die capillare Iris-Linsenspalte mit der hinteren Augenkammer in Verbindung, diese wiederum mit dem Petit'schen Kanal. Der Humor aqueus wird in der hinteren Augenkammer aus den Gefässen des Corpus ciliare und der Iris secernirt [Ehrlich, Pflüger u. A.] Von hier aus zieht der Strom zur vorderen Kammer und zum Petit'schen Kanal. Der Hauptabfluss des Kammerwassers

findet an der Corneo-Scleralgrenze statt, durch das Lückenwerk des Ligamentum pectinatum (den Fontana'schen Raum) und den Schlemm'schen Kanal, in die vorderen Ciliarvenen [Schwalbe]. Nach der Cornea ist ein Abschluss nicht oder nur spurweise vorhanden. Auch die Ernährung der Hornhaut geht nicht vom Kammerwasser aus, sondern von dem sie umgebenden Blutgefässkranz.

Ueber die Lymphbahnen der Cornea und ihre Verbindungen s. oben S. 736.

2) Das hintere Gebiet enthält die Lymphbahnen der Netzhaut und des Glaskörpers, sowie die perichorioidalen Räume.

Ueber die perivasculären und perifasciculären Kanäle der Netzhaut s. oben S. 725; über den als Lymphraum zu deutenden Canalis hyaloideus s. S. 747.

Das zwischen der Chorioidea und Sclera gelegene Spaltensystem (der Perichorioidalraum) sammelt die in der Chorioides gelieferte Lymphe. Der Abfluss geschieht theils in den die Venae vorticosae umscheidenden Lymphgefässen, welche zunächst in den Tenon'schen Raum führen, der seinerseits mit dem supravaginalen Raum zusammenhängt [Schwalbe]; theils auf kürzerem Wege mit den Aa. ciliares posticae [Key u Retzius], ebenfalls in den Tenon'schen Raum; theils durch die Scheidenräume des Sehnerven in der Gegend des Foramen opticum [Michel]. Ueber den Perichorioidalraum s. auch oben S. 725.

II. Schutz- und Hilfsapparate des Auges.

1. Augenlider und Bindehaut.

Die Augenlider, *Palpebrae*, (Fig. 438, 1, 15) sind zwei dünne Hautfalten, eine obere und eine untere, Palpebra superior und inferior, welche vor dem Bulbus gelegen sind und vor ihm auf und nieder bewegt werden können. Man unterscheidet eine vordere convexe und eine hintere convexe Fläche, einen freien und einen angewachsenen Rand. Die seitlichen Verbindungstheile der freien Ränder heissen Commissurae palpebrarum. Die äussere Platte des oberen Augenlids ist eine Fortsetzung der Haut der Stirn, die äussere Platte des unteren eine solche der Wangenhaut. Am freien Lidrand, Margo palpebralis, der eine Breite von ungefähr 2 mm und eine vordere (äussere) und eine hintere (innere) Kante (Limbus) besitzt, erfolgt der Umschlag der äusseren in die innere Platte, welche die Eigenschaften einer Schleimhaut annimmt. Sie überzieht die hintere Fläche des Augenlids bis in die Nähe des Orbitalrandes, ändert neuerdings ihre Richtung und tritt zum Bulbus über. Sie erreicht den letzteren in einem Bezirk der Sclera, welcher oben und unten 8 bis 9 mm, lateral und medial etwa 10 mm von der Cornea entfernt ist, bekleidet die Sclera bis zum Rande der Cornea, um sodann auf letztere überzugehen und daselbst eine modificirte Form zu gewinnen. Man nennt diese Schleimhaut, welche das Lid und die äussere Haut mit dem Augapfel verbindet, die Bindehaut, *Conjunctiva*; sie ist nichts anderes, als ein umgewandelter Theil der äusseren Haut. Derjenige Theil der Bindehaut, welcher die hintere Platte der Augenlider darstellt, heisst Conjunctiva palpebrarum; der den Bulbus bekleidende Theil hat den Namen Conjunctiva bulbi und zerfällt wiederum in eine Conjunctiva sclerae und Conjunctiva corneae. Die Umschlagsstelle der Conjunctiva palpebrarum in die Conjunctiva bulbi heisst Bindehaut-Gewölbe, Fornix

Fig 438.

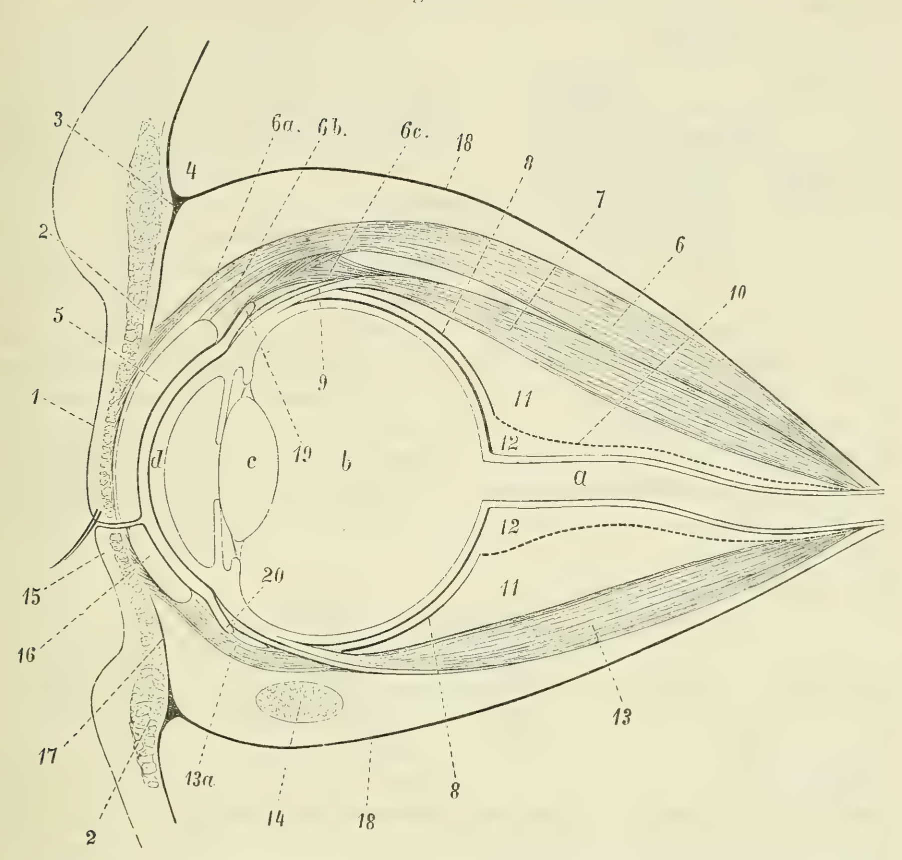


Fig. 438. Vertikaler Durchschnitt durch den Augapfel und die Orbita in der Richtung der Orbitalaxe, bei geschlossener Lidspalte. $^2/_1$.

1, Haut des oberen Augenlides. 2, 2, Musculus orbicularis palpebrarum. 3, Fascia palpebralis superior. 4, Rand des Stirnbeins. 5, Tarsus superior, schematisch abgegrenzt. 6, Musculus levator palpebrae superioris. 6a, dessen Hauptsehne, welche sich zwischen Tarsus und M. orbicularis ausbreitet. 6b, der glatte M. palpebralis superior. 6c, vereinigter zur Conjunctiva ziehender Fascienzipfel des M. levator palpebrae und M. rectus superior. 7, M. rectus superior. 8, 8, Tenon'sche Fascie. 9, Sehne des M. rectus superior, durch den Tenon'schen Raum ziehend. 10, Abgrenzung des inneren Orbitalfettes (11) gegen den supravaginalen Raum 12. 13, M. rectus oculi inferior. 13a, sein Fascienzipfel zum unteren Augenlid. 14, Querschnitt des M. obliquus inferior. 15, Haut des unteren Augenlids. 16, Tarsus inferior, schematisch abgegrenzt. 17, Fascia palpebralis inferior. 18, 18, Periorbita. 19, 20, Fornix conjunctivae. a, Sehnerv. b, Glaskörper. c, Linse. d, Hornhaut.

conjunctivae. Die durch die gesammte Conjunctiva gebildete Tasche hat den Namen Conjunctivalsack, Saccus conjunctivae. Innerhalb des Conjunctivalsackes ist im Gebiet des medialen Augenwinkels eine kleine vertikal gestellte, lateralwärts concave Schleimhautfalte, die Plica semilunaris sichtbar, die Andeutung eines dritten Augenlides, welches bei vielen Thieren stark entwickelt und beweglich ist (Membrana nictitans).

Die Grenze des oberen Augenlids gegen die Stirn ist durch die Augenbraue, Supercilium (Fig. 439) bezeichnet, einen oberhalb des Margo supraorbitalis gelegenen Hautwulst, welcher Fasern des M. frontalis und orbicularis palpebrarum aufnimmt und dicht mit steifen, kurzen, lateral gerichteten Haaren bewachsen ist. Unterhalb der Augenbraue liegt bei geöffnetem Auge eine tiefe, querverlaufende

Fig. 439.

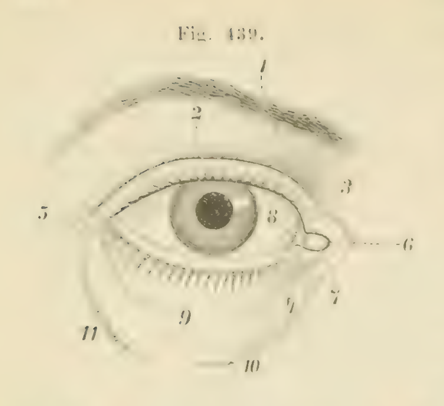


Fig. 439 Rechtes Auge mit geöffneter Lidspalte und nächster Umgebung.

1, Supercilium, Augenbraue. 2, Sulcus orbito-palpebralis superior. 3, Papilla lacrymalis superior. 4, Papilla lacrymalis inferior. 5, Canthus lateralis (externus). 6, Canthus medialis (internus). 7, Caruncula lacrymalis. 8, Plica semilunaris. 9, Sulcus orbito-palpebralis inferior. 10, 11, Sulcus palpebro-malaris (Wangenlidfurche). 11, deren aufsteigender Theil.

Hautfurche, der Sulcus orbito-palpebralis superior; ihm entspricht der bei gesenktem Blick stärker hervortretende Sulcus orbito-palpebralis inferior. Die Abgrenzung des unteren Augenlids gegen die Wange geschieht durch die Wangenlidfurche, Sulcus palpebromalaris.

Die Lidspalte, Fissura s. Rima palpebrarum, durchschnittlich 30 mm lang, hat bei geöffnetem Auge mandelförmige Gestalt. Der laterale Augenwinkel, *Angulus s. Canthus oculi lateralis s. temporalis*, ist spitz, der mediale dagegen, *Angulus s. Canthus oculi medialis s. nasalis* ist abgerundet und kommt dadurch zu Stande, dass die Lidränder, nachdem sie sich schon nahe gekommen sind, plötzlich medianwärts abbiegen, um nach kurzem Verlauf bogenförmig in einander überzugehen. Man kann diesen medialen, abgebogenen, accessorischen Theil des Augenlids als Pars lacrymalis palpebrae von der dem Augapfel anliegenden Pars bulbosa zweckmässig trennen. Der von den Partes lacrymales umschlossene Theil der Lidspalte heisst Thränensee, *Lacus lacrymalis*. Auf seinem Grunde erhebt sich ein flacher Hügel von röthlicher Farbe, das Thränenwärzchen, *Caruncula lacrymalis* (Fig. 439, 7), welche lateralwärts zur erwähnten Plica semilunaris sich herabsenkt (Fig. 439, 8). An der winkeligen Uebergangsstelle der Pars bulbosa palpebrae in die Pars lacrymalis (Fig. 439 bei 3) findet sich an jedem Augenlid eine kegelförmige Erhebung der hinteren Kante des Lidrandes, die Thränenpapille, *Papilla lacrymalis*, auf deren Spitze die Mündung eines Kanälchens, des Thränenkanälchens sichtbar ist: der Thränenpunkt, *Punctum lacrymale* (Fig. 439, in der Richtung von 3 und 4 liegend; am eigenen Auge leicht bemerkbar). Die untere Thränenpapille ist stärker ausgebildet als die obere.

Längs der vorderen Kante des Lidrandes, Limbus palpebralis anterior, stehen die Augenwimpern, Cilia, in mehreren Reihen dichtgedrängte Haare, die im oberen Augenlid zahlreicher, aufwärts gekrümmt und etwas länger, im unteren kürzer und abwärts gekrümmt sind. Sie fehlen dem den Thränensee umgebenden Lidtheil; hier sind nur feine Härchen vorhanden, wie sie auch an der vorderen Lidfläche vorkommen. Längs der hinteren Kante des Lidrandes, Limbus palpebralis posterior, liegen dagegen in einer ziemlich regelmässigen Reihe die Mündungen der Talgdrüsen der Augenlider, der Glandulae tarsales. Die zwischen dem Limbus palpebralis anterior und posterior gelegenen Flächen des oberen und unteren freien Lidrandes sind in der Regel so gestaltet, dass sie beim Schluss der Lidspalte vollständig aufeinander passen, ohne einen Raum zwischen sich und dem Augapfel zu lassen. Man glaubte früher einen solchen Raum von dreiseitigem Querschnitt annehmen

zu müssen und nannte ihn Thränenbach, *Rivus lacrymarum*. Er ist indessen nur in einzelnen Fällen bei Abrundung der hinteren Lidkante entwickelt [Henle].

Der laterale Augenwinkel steht bei geöffneten Augenlidern ein wenig höher als der mediale. Bei geschlossenem Auge vermindert sich dieser Abstand, indem die ganze Lidspalte tiefer herabrückt. Sie bildet dabei eine abwärts leicht convexe Linie, welche dem unteren Rand der Hornhaut gegenüber liegt. Bei offener Lidspalte ist der obere Lidrand aufwärts, der untere abwärts gekrümmt.

Das Augenlid erhält die erforderliche Festigkeit durch eine in die Hautfalte eingeschobene Faserplatte, den sogenannten Augenlidknorpel, Tarsus, (Fig. 440), welcher in seiner Krümmung dem Augapfel entspricht, jedoch nur den dem freien Rand benachbarten Abschnitt des Lides einnimmt und der Conjunctiva palpebrarum angehört. Die innere Oberfläche des Lides wird dadurch glatt und faltenfrei erhalten und ein inniges Anschmiegen des Lides an den Augapfel sicher gestellt. Entsprechend der grösseren Höhe des oberen Augenlides ist auch der Tarsus desselben höher (10 gegen 5 mm). Die Gegenwart dieser Faserplatte gibt Veranlassung, am Lid einen der Lidspalte benachbarten Tarsaltheil, und einen dem Orbitalrand näheren Orbitaltheil zu unterscheiden.

Fig. 440.

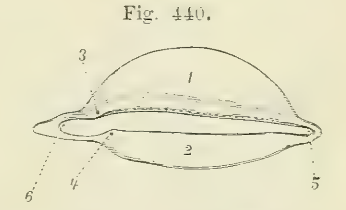


Fig. 440. Die beiden Tarsalplatten, von hinten (innen) gesehen; sie sind künstlich herauspräparirt, nur am lateralen und medialen Augenwinkel mit dem Lig. palpebrale laterale bezw. mediale in Zusammenhang gelassen. 1, hintere Fläche des Tarsus superior, am Rande mit den punktförmigen Ausmündungen der Meibom'schen Drüsen. 2, hintere Fläche des schmaleren unteren Tarsus. 3 und 4, Punctum lacrymale superius und inferius. 5, lateraler, 6, medialer Augenwinkel.

In der Mitte des Lides besitzen die Faserplatten ihre grösste Höhe und verschmälern sich nach beiden Seiten hin allmählich. Im medialen Augenwinkel tritt das Ligamentum palpebrale mediale, im lateralen das Ligamentum palpebrale laterale mit ihnen in Verbindung und setzt sich in ihre Faserung fort. Ihre Länge beträgt gegen 20 mm, ihre grösste Dicke in der Mitte ihrer Länge 0,72 mm. Der Tarsus besteht nicht aus Knorpelgewebe, sondern aus fest verfilzten Bindegewebsbündeln.

Was die Ligamenta palpebralia betrifft, so geht das Lig. palpebrale laterale vom Stirnfortsatz des Jochbeins aus, theils von der Augen-, theils von der Antlitzfläche desselben. Das Lig. palpebrale mediale dagegen erstreckt sich vom inneren Augenwinkel zum Stirnfortsatz des Oberkiefers, liegt unmittelbar hinter der Cutis und vor dem blinden Ende des Thränensacks.

Die äussere Haut des Augenlids besteht wie anderwärts aus Epidermis, Lederhaut und lockerem subcutanem Bindegewebe. Die Papillen sind gering entwickelt, ausgenommen am Lidrand, wo sie an Höhe und Ausbildung zunehmen. Das subcutane Gewebe ist fettlos. Kleine Härchen und Haarbalgdrüsen, ebenso kleine Schweissdrüsen finden sich über die ganze Oberfläche zerstreut. In der Lederhaut sind Pigment- und Plasmazellen regelmässig wahrzunehmen [Waldeyer].

An das subcutane Gewebe des Augenlids schliesst sich einwärts die palpebrale Ausbreitung des Musculus orbicularis oculi an. Seine das Augenlid in

querer Richtung durchziehenden Bündel setzen sich bis nahe zum Lidrand fort. Ein besonders starkes Bündel (M. ciliaris Riolani) erreicht selbst die hintere Lidkante; der grössere Theil seiner Fasern liegt vor, der kleinere hinter den Ausführungsgängen der Tarsaldrüsen.

Hinter dem Orbicularis palpebrarum folgt im oberen Augenlid die Sehnenausbreitung des M. levator palpebrae superioris mit ihren verschiedenen Abtheilungen. Im unteren Augenlid tritt an deren Stelle ein Sehnenstreifen des M. rectus inferior. Hinter den genannten Lagen folgt nunmehr im Tarsaltheil des Lides der Tarsus selbst, an dessen Hinterfläche die Conjunctiva palpebrarum straff und unverschieblich angeheftet ist. Im Orbitaltheil des Lides dagegen ist die Conjunctiva durch lockeres subconjunctivales Bindegewebe mit den äusseren Lagen verbunden. Ihre Oberfläche erscheint hier glatt, im Tarsaltheil dagegen sammtartig in Folge der Gegenwart zahlreicher feiner Rinnen und Grübchen, die sich netzförmig untereinander verbinden und dadurch viele kleine Vorsprünge der Oberfläche bewirken. Nur der an die hintere Lidkante stossende Abschnitt der Conjunctiva ist wieder glatt, ungeachtet der grossen Papillen dieses Gebietes. An Papillen fehlt es auch dem orbitalen Abschnitt nicht; doch werden die von ihnen erzeugten Unebenheiten der Lederhaut durch das bedeckende Epithel völlig ausgeglichen.

Das Epithel der Conjunctiva ist am Lidrand und selbst noch $^1/_2$ bis 1 mm jenseits der hinteren Lidkante epidermisähnlich. Darauf verdünnt es sich und besteht aus einer oberflächlichen Lage von Cylinderzellen und aus einer tiefen Lage von Plattenepithelzellen. Im Orbitaltheil und im Fornix wird letztere Lage mehrschichtig. Häufig, doch nicht beständig, werden auch Becherzellen, die aus einer Umwandlung der Cylinderzellen hervorgingen, gefunden.

Die bindegewebige Grundlage eines grossen Theils der tarsalen Conjunctiva besteht aus reticulärem Bindegewebe, dessen Maschen von Lymphkörperchen erfüllt sind. Doch zeigt diese diffuse lymphoide Infiltration bedeutende individuelle Verschiedenheiten.

An Drüsen ist die Conjunctiva palbebrarum sehr reich und sind verschiedene Arten derselben zu unterscheiden. Anknüpfend an die erwähnte diffuse Infiltration haben wir zuerst der Frage zu gedenken, ob in der menschlichen Conjunctiva auch, wie es theils entschieden behauptet, theils bestritten worden ist, umschriebene Lymphfollikel vorkommen.

Bei verschiedenen Säugethieren bilden solche in der Conjunctiva ein normales Vorkommniss. Der neueste Beobachter auf diesem Gebiete, Ph. Stöhr, fand in der Mehrzahl der Fälle am Fornix conjunctivae kleine Follikel in bogigen Linien angeordnet, wie dies auch Henle angab. In einem Falle waren etwa zwanzig Follikel vorhanden. Stöhr stellt zugleich fest, dass von dem reticulären Gewebe der Bindehaut aus in gleicher Weise eine Wanderung von Leukocyten durch das Epithel in den Conjunctivalsack stattfindet, wie eine solche auch anderwärts vorkommt.

Was epitheliale Drüsen der Conjunctiva betrifft, so sind vor Allem zu nennen:

1) Die Glandulae tarsales, Meibom'sche Drüsen. Es sind dies langgestreckte acinöse Drüsen (Fig. 441, 6), welche innerhalb der Tarsalplatten der Augenlider gelegen sind, fast deren ganze Höhe einnehmen und an der

inneren Lidkante mit feinen Oeffnungen ausmünden. Im oberen Lid sind etwa dreissig, im unteren Lid etwas weniger enthalten. Jede Meibom'sche Drüse besteht aus einem langen Ausführungsgang, welcher senkrecht zum Lidrand verläuft, und aus zahlreichen einfachen oder zusammengesetzten Alveolen, die dem Ausführungsgang seitlich ansitzen, ohne die Dicke der Tarsalplatte zu überschreiten. Die Auskleidung der Drüsenbläschen besteht aus einem mehrschichtigen kubischen Epithel, dessen hintere Zellen in fettiger Umwandlung begriffen sind. Wir haben in diesen Drüsen eigenthümlich gestaltete Talgdrüsen vor uns, welche ein fettiges Sekret, das Sebum palpebrale liefern.

Fig. 441.

Fig. 441. Die beiden Augenlider des linken Auges von der hinteren (Conjunctival-) Fläche aus gesehen.

a, a, a, Conjunctiva des Orbitaltheils der Lider und des Fornix. 1, Thränendrüsen (obere und untere Thränendrüse nicht gesondert dargestellt). 2, Mündungen der feinen Ausführungsgänge der Thränendrüsen, schematisirt. 3, Puncta lacrymalia. 6, Meibom'sche Drüsen beider Augenlider.

2) Moll'sche Drüsen, modificirte Schweissdrüsen des Lidrandes.

3) Tubulöse oder Henle'sche Drüsen der Conjunctiva. Es sind dies epitheliale Einsenkungen mit oder ohne Lichtung, deren Vorkommen auf das oben erwähnte Rinnensystem der Conjunctiva tarsalis beschränkt ist.

4) Accessorische Thränendrüsen, acinöse Drüsen der Conjunctiva fornicis vom Bau der Thränendrüse. Im oberen Augenlid kommen deren gegen vierzig vor und liegen sie besonders reichlich nahe dem lateralen Augenwinkel. Im unteren Augenlid gibt es ihrer nur sechs bis acht.

5) Kleine acinöse Drüsen der Conjunctiva tarsalis, von ähnlichem Bau, wie die unter 4 erwähnten. Sie liegen zwischen den äusseren Enden der Meibom'schen Drüsen und dem orbitalen Rand der Tarsalplatten, im Gewebe der letzteren.

Von dem Rudiment des dritten Augenlides ist in Bezug auf seinen Bau hier noch zu erwähnen, dass den Beobachtungen von Giacomini zufolge am Grunde der Plica semilunaris in seltenen Fällen ein kleines Plättchen hyalinen Knorpels vorkommt. Dieses Knorpelplättchen ist das Homologon einer ansehnlichen Knorpelplatte, die bei verschiedenen Säugern dem dritten Augenlid zur Stütze dient. Eine kleine traubenförmige Drüse, die am Grund der Falte beim Menschen mehrfach beobachtet worden ist, wurde als Rudiment einer Harder'schen Drüse gedeutet.

Die Caruncula lacrymalis gleicht in dem Epithel ihrer Abhänge dem zweischichtigen Epithel der Conjunctiva palpebrarum; auf dem Gipfel ist das Epithel mehrschichtig [Waldeyer]. Das subcutane Gewebe enthält Fettträubchen. Der Gipfel trägt kleine Härchen mit ansehnlichen Haarbälgen und Talgdrüsen; auch modificirte Schweissdrüsen kommen vor.

Die Conjunctiva sclerae ist durch lockeres, an elastischen Fasern reiches Bindegewebe verschiebbar an die Sclera befestigt. Papilläre Erhebungen fehlen. Am Rande der Hornhaut angelangt, schiebt sich zwischen das Epithel

und die Substantia propria corneae eine Schicht lockeren Bindegewebes ein, welche mit dem Beginn der Lamina elastica anterior ihr Ende findet. Die Breite dieses Bezirkes beträgt oben und unten 1 bis $1^1/_2$ mm, seitlich nur $^1/_2$ bis 1 mm. Man nennt diesen Bezirk Limbus corneae s. conjunctivae, auch Annulus conjunctivae. Innerhalb desselben befindet sich das oben (S. 738) erwähnte Randschlingennetz der Hornhaut. Das Epithel der Conjunctiva bulbi ist von dem der Augenlider durch grössere Dicke und eine grössere Schichtenzahl ausgezeichnet. Es ähnelt in seinem Bau bereits dem Epithel der Cornea und geht unter allmählicher Verdünnung ununterbrochen in dasselbe über. Dieses vordere Epithel der Hornhaut sowie das die capillären Randschlingen tragende Bindegewebe des Limbus conjunctivae stellt die Conjunctiva corneae dar. Der Annulus conjunctivae ist ein günstiger Ort zur Auffindung von conjunctivalen Endkolben [W. Krause].

2. Der Thränenapparat.

Der Thränenapparat besteht aus einer in der Fossa lacrymalis der Orbitalplatte des Stirnbeins gelegenen acinösen Drüse, der Thränendrüse, welche die Thränenflüssigkeit absondert, und den für sie bestimmten Abzugskanälen. Die Abzugskanäle bestehen aus zwei sehr verschiedenen Abtheilungen. Der eine, die Thränen zunächst aufnehmende laterale Abschnitt ist der Conjunctivalsack. Durch ihn werden die Thränen von der Gegend der Thränendrüse zum medialen Augenwinkel geleitet. Besonders geeignet für diese Leitung ist der Fornix conjunctivae. Der zweite, mediale Abschnitt beginnt mit den Thränenpunkten. Sie saugen die in den Thränensee geführte Flüssigkeit auf, welche von ihnen in die Thränenkanälchen (Canaliculi lacrymales), und aus diesen in den Thränensack (Saccus lacrymalis) gelangt. Der Thränensack ist das obere Ende des Thränennasenganges (Ductus naso-lacrymalis), welcher in den unteren Nasengang ausmündet. Bei heftiger Absonderung der Thränenflüssigkeit vermag der zweite Abschnitt des Abzugskanals sie nicht mehr zu fassen; sie stürzt daher aus der Lidspalte hervor (Fig. 442).

a) Die Thränendrüse, *Glandula lacrymalis.*

Die Thränendrüse wird durch die sehnige Ausbreitung des M. levator palpebrae superioris unvollständig in zwei ungleich grosse Theile geschieden: eine grössere, compactere obere, die obere Thränendrüse, Glandula lacrymalis superior (Fig. 411, 1), und eine aus locker zusammengefügten Läppchen gebildete untere, die untere Thränendrüse, Glandula lacrymalis inferior, welche unmittelbar über dem Fornix conjunctivae gelegen ist.

Die obere Thränendrüse (Fig. 442, 1) besitzt eine obere convexe und eine untere concave Fläche, einen vorderen, dem Margo supraorbitalis entsprechenden und einen hinteren, die Grenze des ersten und zweiten Viertels der Länge der Orbita erreichenden Rand. In transversaler Richtung ist sie ausgedehnter, als in sagittaler, indem sie in ersterer gegen 20, in letzterer gegen 12 mm misst. Das die Drüsenläppchen umhüllende Bindegewebe, die Kapsel der Drüse, hängt mit dem Periost des Supraorbitalrandes durch kräftige Faserzüge zusammen, die als Ligamentum Sömmerringii oder Lig. suspensorim glandulae lacrymalis bezeichnet werden.

Die untere Thränendrüse (Fig. 442, 3) besitzt lockerer geordnete Läppchen, welche über dem lateralen Drittel des Fornix conjunctivae gelegen sind und bis zum lateralen Augenwinkel herabreichen. Während die obere Thränendrüse sich hinter dem oberen Augenhöhlenrand verbirgt, ragt die untere unter ihm hervor; sie ist dem oberen Rand des Tarsus superior parallel und von ihm durch einen Zwischenraum von 4 bis 5 mm getrennt.

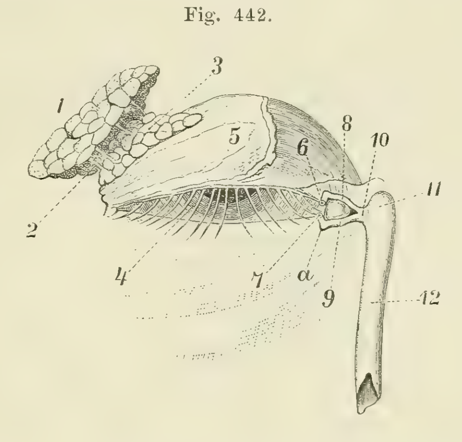


Fig. 442. Thränenapparat.

1, Obere Thränendrüse. 2, deren Ausführungsgänge. 3, Läppchen der unteren Thränendrüse. 4, Lidspalte. 5, oberes Lid, z. Thl. von Haut entblösst. 6, 7, Thränenpunkte. 8, 9, Thränenkanälchen. a, Ampulle des unteren Thränenkanälchens. 10, Sammelrohr. 11, Thränensack. 12, Thränennasengang mit unterer Mündung.

Die obere Thränendrüse besitzt drei bis fünf Ausführungsgänge [Sappey] (Fig. 411, 2), welche zwischen den Läppchen der unteren Drüse zum Fornix conjunctivae ziehen und hier, 4 bis 5 mm vom Tarsalrand entfernt, in unregelmässigen Abständen von einander ausmünden. Der am weitesten lateral gelegene Ductus glandulae lacrymalis hat das grösste Kaliber (0,45 mm) und liegt in der Sagittalebene des äusseren Augenwinkels. Während ihres Verlaufs durch die untere Drüse nehmen die Gänge der oberen zahlreiche kleine Gänge der Läppchen der unteren Drüse auf. Letztere hat ausserdem noch drei bis neun besondere Ausführungskanälchen, die sich unregelmässig, besonders aber medianwärts, neben denjenigen der oberen Drüse vertheilen.

Zu den Thränendrüsen gehören endlich auch noch die accessorischen Thränendrüsen; sie haben mit den vorhergehend beschriebenen nicht allein die gleiche entwicklungsgeschichtliche Grundlage, sondern auch den gleichen Bau. Ueber die accessorischen Thränendrüsen s. oben S. 755.

Der feinere Bau der Thränendrüsen ähnelt sehr demjenigen der Parotis, überhaupt dem der serösen Drüsen. Die Alveolen sind verhältnissmässig klein und von granulirten cylindrischen Zellen ausgekleidet. Nach längerer Sekretion werden die Zellen kleiner, körniger, trüber und verlieren ihre scharfen Grenzen [Heidenhain, Reichel]. Die Membrana propria ist mit sternförmigen anastomosirenden kernführenden Verdickungen versehen, die eine Art Korbgerüst bilden; die Maschenräume desselben werden von den dünnen Stellen der Membrana propria vollständig ausgefüllt [Boll]. Die Wandungen der Ausführungsgänge besitzen ein einfaches Cylinderepithel; das in den Speicheldrüsen vorhandene Stäbchenepithel fehlt hier gänzlich. In der Parotis schliessen sich an die Alveolen zunächst Schaltstücke mit niedrigem Epithel an, darauf ein Abschnitt mit Stäbchenepithel, endlich gewöhnliches Cylinderepithel; in der Thränendrüse dagegen folgt auf lange Schaltstücke sofort das erwähnte Cylinderepithel. Die bindegewebige Grundlage der grösseren Ausführungsgänge besteht aus äusseren circulären und inneren longitudinalen Fasern; Muskelfasern fehlen.

b) Die Thränenkanälchen, *Canaliculi lacrymales.*

Der Verlauf der beiden Thränenkanälchen entspricht wesentlich der Richtung der Pars lacrymalis der Augenlider (Fig. 442, 8 u. 9). Sie verlaufen hiernach convergirend nasalwärts. Die Einmündung in den Thränensack findet entweder durch ein kurzes gemeinsames Sammelrohr (von 0,8 bis 2,2 mm Länge) statt, zu welchem sich die medialen Enden der Thränenkanälchen verbinden, oder sie erfolgt getrennt in einer kleinen lateralen Ausbuchtung des Thränensacks, dem Sinus sacci lacrymalis s. Sinus Maieri. Es steht nichts im Wege, diesen Sinus selbst als letzten Grad eines gemeinsamen Sammelrohres zu betrachten, letzteres aber als einen zu dem Thränensack gehörigen Abschnitt anzusprechen. Der Sinus sacci lacrymalis (Fig. 442, 10) und demgemäss auch die mediale Mündung der Thränenkanälchen liegt hinter dem Ligamentum palpebrale mediale, unterhalb der Kuppel des Saccus lacrymalis.

Wenn oben gesagt worden ist, die Thränenkanälchen folgen dem Verlauf der Pars lacrymalis palpebrae, so bedarf diese Angabe einer Ergänzung bezüglich der Anfangsstücke der Thränenkanälchen. Diese Anfangsstücke (Fig. 411, von 7 bis a) haben einen vertikalen Verlauf: das obere zieht abwärts, das untere aufwärts. Beide Theile gehen darauf beim Erwachsenen bogenförmig ineinander über, während bei Embryonen eine scharfe Knickung den horizontalen von dem vertikalen Theile trennt. Man nennt diesen vertikalen Anfangstheil die Pars papillaris des Thränenkanälchens. Sie beginnt im Punctum lacrymale mit weiter Mündung und verengert sich darauf bedeutend, ist also trichterförmig gestaltet. Jenseits der Trichterenge [Angustia], an der Vereinigungsstelle des vertikalen mit dem horizontalen Stück, folgt eine ansehnliche Erweiterung mit Divertikelbildung an der convexen Seite (Fig. 442, a); es wird diese Stelle Ampulla lacrymalis genannt und besitzt etwa 1 mm Weite. Der nun folgende horizontale Theil verengert sich allmählich bis zur Einmündung in den Sinus auf 0,3 mm. Das horizontale Stück hat eine Länge von 6 bis 7 mm. Die Entfernung der unteren Thränenpapille vom medialen Augenwinkel beträgt 6,5, die der oberen nur 6 mm; dem entspricht, dass das untere Thränenkanälchen etwas länger ist. Bei geschlossenen Lidern befindet sich aus demselben Grunde die untere Thränenpapille lateralwärts von der oberen [Merkel]. Die Spitze der Thränenpapille ist an beiden Lidern etwas nach hinten gerichtet, am oberen zugleich abwärts, am unteren aufwärts.

Das Epithel der Thränenkanälchen ist ein geschichtetes Pflasterepithel von 120 bis 130 μ Dicke und zehn bis zwölf Zellenlagen; die untere Lage hat cylindrische, die oberen Lagen haben abgeplattete Zellen. Die Tunica propria besteht aus Bindegewebe mit reichlichen elastischen Fasernetzen von vorwiegend circulärer Anordnung. Zwischen Epithel und Propria liegt eine feingezähnelte Basalmembran. Die Propria der Pars papillaris ist dichter und kommt mit dem tarsalen Gewebe überein, mit welchem sie zusammenhängt. Die Propria ist im horizontalen Schenkel des Kanälchens von längsverlaufenden oder spiralig ziehenden quergestreiften Muskelbündeln begleitet, im vertikalen Schenkel dagegen von circulären [Krebiehl]; beides sind Theile des M. orbicularis. Die Muskulatur der Umgebung der Thränenkanälchen ist ein Theil desjenigen Abschnittes des M. orbicularis oculi, welcher in wechselnder Stärke von der

Crista lacrymalis posterior und hinter derselben am Thränenbein in zwei Schichten entspringt [Krebiehl] und gewöhnlich als Musculus Horneri s. sacci lacrymalis bezeichnet wird.

c) Der Thränensack und Thränennasengang.

Thränensack und Thränennasengang werden zusammen auch als Thränengang (Thränenschlauch) bezeichnet. Der Thränensack bildet den oberen oder orbitalen Theil des Thränengangs.

Der Thränensack, *Saccus lacrymalis* (Fig. 442, 11), liegt innerhalb der Fossa lacrymalis, welche von dünnerem Periost (Periorbita) ausgekleidet ist, während eine stärkere periostale Brücke zwischen der Crista lacrymalis anterior und posterior sich ausspannt. Mit dieser fibrösen Auskleidung der Fossa lacrymalis ist die Schleimhaut des Thränensacks meist nur durch lockeres Bindegewebe verbunden. Die von der Periorbita umschlossene Fossa lacrymalis ist etwa 15 mm lang, 7 mm tief, 4 bis 5 mm breit. Die Gestalt des Thränensacks entspricht der Form der Fossa lacrymalis und verjüngt sich an beiden Enden, besonders am oberen, welches den Namen Fundus s. Cupula sacci lacrymalis führt. Das obere Ende des Sackes ragt etwas über das Ligamentum palpebrale mediale hinaus, welches den Sack und seine fibröse Decke kreuzt und zum Theil von letzterer entspringt. Ueber den Musculus sacci lacrymalis s. Thränenkanälchen.

Die innere Oberfläche der Schleimhaut des Thränensackes zeigt individuell wechselnde Ausbuchtungen und Faltenbildungen. Die wichtigste Ausbuchtung, Sinus Maieri, welche die mediale Mündung der Thränenkanälchen aufnimmt, fand bei der Schilderung der letzteren Erwähnung. Auch am unteren Ende kommt zuweilen eine nach vorn-lateralwärts gerichtete Ausbuchtung vor, Sinus Arltii.

Von Schleimhautfalten ist insbesondere ein Ringwulst zu erwähnen [Merkel], welcher den Maier'schen Sinus an seiner Mündung mehr oder weniger vollständig umgibt. Theile dieses Wulstes sind oft als besondere Falten beschrieben worden. Zuweilen ist auch am unteren Ende des Thränensackes, an seiner Grenze gegen den Thränennasenkanal, eine kleine Falte vorhanden, Valvula Krausii. Auch zwischen beiden genannten können Spuren von Falten vorkommen; Hyrtl deutet sie mit der Valvula Krausii als Theile einer Spiralfalte. Zuweilen werden Schleimhauttrabekel gefunden, welche frei von einer zur andern Wand ziehen [Hyrtl].

Der Thränennasengang, Ductus naso-lacrymalis, überragt den knöchernen Canalis naso-lacrymalis nach unten mehr oder weniger weit, indem seine mediale Wand im unteren Theil auf eine längere Strecke hin von der Nasenschleimhaut gedeckt werden kann. Die Länge des Ductus ist darum individuell ansehnlich verschieden und schwankt zwischen 12 und 24 mm. Die Mündung befindet sich im Gebiet des unteren Nasenganges, 30 bis 35 μ hinter dem hinteren Rand des Nasenloches [Arlt]. Erfolgt die Mündung in der Höhe derjenigen des knöchernen Kanals, so kann sie weit und scharfrandig sein. Erfolgt sie tiefer, so stellt sie in der Regel einen vertikalen Schlitz dar. Das untere Ende des Kanals kann blind endigen, dagegen eine seitliche Oeffnung

vorkommen: oder es ist eine seitliche und untere Mündung zugleich vorhanden. Unterhalb der Mündung zieht sich nicht selten noch auf längere Strecken eine Schleimhautfurche fort. Der die Mündung medianwärts deckende Schleimhauttheil hat, wenn er ansehnlich entwickelt ist, den Namen Valvula Hasneri. Diese Klappe wird nach Hasner bei der Exspiration geschlossen, durch die Inspiration aber geöffnet.

Während die Schleimhaut des Thränensackes nur locker an das Periost der Fossa lacrymalis befestigt ist, so haftet der Ductus naso-lacrymalis an dem Periost inniger. Doch sind beide Wände durch ein dichtes Geflecht von Venen von einander getrennt, welches eine Fortsetzung des Venenplexus der unteren Muschel darstellt. Die Schleimhaut wird in ihrem bindegewebigen Theil sowohl im Saccus lacrymalis, als im Ductus naso-lacrymalis in wechselnd ausgedehnter Weise von reticulärem Bindegewebe (mit vielen Lymphkörperchen) gebildet. Vom Thränensack bis zur Mündung ist das Epithel ein hohes cylindrisches, welches einer Schicht kleiner Ersatzzellen zwischen seinen Basen Platz lässt. Becherzellen sind ein häufiges Vorkommniss. Nach Walzberg's Untersuchungen an Thieren entbehrt der überwiegende Theil dieser Epithelzellen der Flimmerhärchen; bei einigen Thieren sind Flimmerzellen zwischen flimmerlose eingestreut. Beim Menschen scheinen Flimmerzellen gänzlich zu fehlen [Maier, Schwalbe]. Schleimdrüsen kommen jedenfalls dem unteren Theil des Ductus zu; im oberen Theil und im Thränensack scheint ihr Vorkommen individuell verschieden zu sein.

3. Der Bewegungsapparat des Augapfels und der Lider.

Die Bewegung des Augapfels in der Orbita wird durch vier gerade, *Musculi recti*, und zwei schräge Muskeln, *Musculi obliqui*, ausgeführt. Sie erfolgt in Richtungen, welche sich um die sagittale, die quere und die verticale Axe des Augapfels drehen. Für die Bewegung in jeder dieser Richtungen sind zwei Muskeln vorhanden, welche sich an zwei entsprechenden, aber entgegengesetzten Punkten des Auges ansetzen. Natürlicherweise gestattet diese Anordnung auch Zwischenbewegungen mannigfaltiger Art. Alle diese Bewegungen aber dienen in erster Linie der Aufgabe, den Endpunkt der Sehaxe in der Retina so einzustellen, dass das von den sichtbaren Gegenständen zu entwerfende Bild am reinsten und klarsten sich ausprägen kann. Jene Muskeln verändern daher die Stellung des Augapfels in der Weise, dass die Vorderfläche der Hornhaut und die Pupille nach dem zu betrachtenden Gegenstande hingewendet wird.

Die Orbita enthält ausser diesen am Augapfel angreifenden Muskeln noch einen andern Muskel, der zur Hebung des oberen Augenlides bestimmt ist und in diesem sein Ende findet; es ist dies der M. levator palpebrae superioris. Die Augenlider sind ausserdem mit Theilen des Orbicularis palpebrarum ausgestattet, deren Thätigkeit die Lidspalte schliesst. Sie enthalten ferner eine Schicht organischer Muskulatur, die hier zu beschreiben ist, den M. palpebralis superior und inferior. Endlich hat einer Ausbreitung organischer Muskelfasern an dieser Stellung Erwähnung zu geschehen, die den Namen M. orbitalis führt und die Fissura orbitalis inferior schliessen hilft.

a) Die Muskeln des Augapfels (Fig. 438; 443; 444).

1) Mm. recti oculi.

Die vier geraden Augenmuskeln sind der Art um den Sehnerven und den Augapfel angeordnet, dass je einer an der oberen und unteren, an der lateralen

Fig. 443.

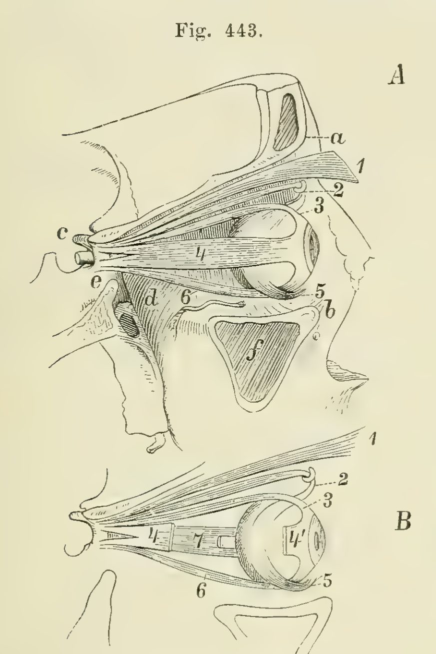


Fig. 444.

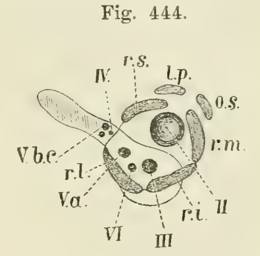


Fig. 443. Muskeln der rechten Augenhöhle. 1/2.

A. Die Augenhöhle durch Entfernung der lateralen Wand eröffnet.

B. Skizze der Muskeln nach Entfernung des M. rectus oculi lateralis und des Sehnerven.

a, Margo supraorbitalis. b, Margo infraorbitalis. c, Processus clinoides anterior. d, unterer Rand der Fissura orbitalis inferior. e, Keilbeinkörper. f, Oberkieferhöhle. 1, M. levator palpebrae superioris, beim Uebergang in das obere Augenlid durchschnitten. 2, Trochlea und Sehne des M. obliquus oculi superior. 3, Sehne des M. rectus oculi superior. 4, M. rectus oculi lateralis. 4', dessen Ansatzsehne. 5, M. obliquus oculi inferior. 6, M. rectus oculi inferior. 7, M. rectus oculi medialis.

Fig. 444. Schema der Vertheilung der Ursprünge der Augenmuskeln im Hintergrunde der rechten Orbita von vorn gesehen.

Die Umrisse der Fissura orbitalis superior und der Oeffnung des Canalis opticus sind angedeutet; letztere umschliesst den Sehnerven II, erstere zerfällt in 3 Abschnitte, 1) einen oberen lateralen (schraffirt) mit der Durchtrittsstelle des N. trochlearis (IV), des N. lacrymalis und N. frontalis rami ophthalmici (V.b.c.) hart am äusseren Umfange des Augenmuskelkegels; 2) einen mittleren innerhalb des Augenmuskelkegels gelegenen mit den eintretenden Nerven: N. naso-ciliaris rami ophtalmici (V.a), N. oculomotorius (III) und N. abducens (VI); 3) einen unteren wieder ausserhalb des Augenmuskelkegels gelegenen Abschnitt. l.p., M. levator palpebrae superioris. o.s., M. obliquus oculi superior. r.s., M rectus oculi superior. r.m., M. rectus oculi medialis. r.i., M. rectus oculi inferior. r.l., M. rectus oculi lateralis.

und medialen Seite derselben verläuft. Sie ziehen von der Spitze der Orbita in der Umgebung des Sehnerven nach vorn und erreichen den Bulbus vor dem Aequator. Ihre Länge beträgt etwa 4 cm. Am schwersten wurde der Rectus medialis gefunden (0,747 g); doch kann er vom Rectus lateralis übertroffen werden. Der schwächste, aber längste ist der Rectus superior. Die vier geraden Augenmuskeln umschreiben durch ihre Verlaufsrichtung einen Kegel, dessen Basis dem Bulbus, dessen Spitze der Spitze der Orbita entspricht; sie bilden, wie man sich ausdrückt, den Hauptbestandtheil des Augenmuskelkegels, an dessen Vervollständigung noch der M. levator palpebrae superioris und der Obliquus superior Theil nimmt.

Die vier geraden Augenmuskeln entspringen mit kurzen Sehnen an der Spitze der Orbita, und zwar in der Umgebung des Foramen opticum und des angrenzenden Theils der Fissura orbitalis superior. Ueber das Lagenverhältniss der einzelnen Sehnen zu ihrer Umgebung gibt Fig. 444 Aufschluss, welche insbe-

sondere auch deutlich macht, dass von allen Augenmuskeln nur der Rectus lateralis und Rectus inferior theilweise von einem Sehnenblatt entspringen, welches die Fissur überbrückt, theilweise von den Rändern der Fissur selbst. Der Rectus superior und medialis, nebst dem Obliquus superior und Levator palpebrae superioris entspringen dorsalwärts von der Fissur; der Rectus superior und Levator palpebrae superioris zugleich dorsalwärts vom Foramen opticum; der Rectus medialis und Obliquus superior nasalwärts von demselben; letztere beiden Muskeln hängen mit ihrer Ursprungssehne auch mit der duralen Sehnervenscheide zusammen. Im Uebrigen umgeben die Sehnenursprünge der geraden Augenmuskeln den Sehnerven ringförmig, doch so, dass der letztere eine excentrische Lage einnimmt und dorsal-medianwärts gelegen ist. Die gemeinsame den Sehnerven umkreisende bindegewebige Masse, von welcher die Sehnen ausgehen, hat den Namen Sehnenring [Arnold], Ring der Augenmuskelsehnen [Schwalbe]. Der Rectus externus entspringt in der Regel mit zwei sehnigen Schenkeln, einem grösseren unteren von der gemeinsamen Sehnenmasse, und einem schwächeren oberen von der unteren Wurzel des kleinen Keilbeinflügels. Zwischen beiden Schenkeln befindet sich eine Spalte, durch welche der N. oculomotorius, abducens und naso-ciliaris treten.

Von ihren Ursprungsstellen an ziehen die geraden Augenmuskeln nach vorn zu ihrer vor dem Aequator des Augapfels gelegenen Insertionszone. Der Uebergang der Muskeln in ihre Endsehnen erfolgt in etwa 4 bis 8 mm Entfernung von der Ansatzstelle. Die Sehnenfasern verweben sich innig mit den fibrösen Bündeln der Sclera, bedecken sie nicht allein äusserlich, sondern treten auch in das Innere der Sclera ein. Die Entfernung der Ansatzstellen vom Hornhautrand beträgt ungefähr 7 bis 8 mm. Am breitesten ist die Sehne des Rectus medialis: am weitesten stehen von einander ab die Sehnen des Rectus medialis und superior; am meisten benachbart sind die des Rectus superior und lateralis. Die Sclera erfährt in Folge der Verwebung der Sehnen eine ansehnliche vordere Verdickung.

Die bindegewebigen Scheiden der Augenmuskeln stehen mit einer Fascie in Verbindung, die schon oben (S. 739) erwähnt wurde und uns im nächsten Abschnitt noch zu beschäftigen hat, mit der Tenon'schen Fascie. Sie stehen aber auch mit der Periorbita und dem Fornix conjunctivae, zwei von ihnen (die des Rectus superior und inferior) selbst noch mit den Augenlidern durch Faserstränge in Verbindung, die den Namen Fascienzipfel erhalten haben. Eine solche Insertionsstelle ist die Gegend der Sutura zygomatico-frontalis, eine andere liegt unterhalb der Trochlea. Durch die vereinigten lateralen und medialen Fascienzipfel wird der Bulbus in seiner Lage gesichert; zugleich aber stellen sie auch Hemmungen für allzugrosse Bewegungen des Bulbus dar [Schwalbe].

Die zum Fornix conjunctivae gelangenden Fascienzipfel haben die gleiche Bedeutung, wie Spannmuskeln der Gelenkkapseln, indem sie dieselbe vor Einklemmung bewahren. Der Rectus superior geht zugleich bindegewebige Verbindungen mit dem Levator palpebrae ein, so dass eine Hebung des Blicks zugleich auch das Augenlid heben hilft (Fig. 438, 6c). Von der Scheide des unteren Rectus zieht ein ansehnliches Bündel zum unteren Augenlid (Fig. 438, 13a). Dem zum Tarsus ziehenden Theil dieses Bündels sind organische

Muskelfasern eingewebt. Es ist diese Muskelplatte der glatte M. palpebralis inferior, während der M. palpebralis superior der Endsehne des Levator palpebrae superioris folgt (s. letzteren).

2) Mm. obliqui oculi.

1) Der M. obliquus superior entspringt ausserhalb des Sehnenrings der Recti, median-vorwärts vom Foramen opticum, von der Periorbita und der Scheide des Sehnerven. Er zieht über dem Rectus medialis im oberen medialen Winkel der Orbita vorwärts, wird in der Nähe der Fovea trochlearis sehnig, gelangt zur Rolle (Trochlea), durchsetzt dieselbe mit runder Sehne und wendet sich alsdann unter einem spitzen Winkel nach hinten-lateralwärts zum Bulbus. Die abgeplattete und verbreiterte Sehne erreicht letzteren, indem sie zwischen dem Bulbus und der Innenfläche des Rectus superior eindringt, auf der oberen Seite, hinter dem Aequator, etwa 18 mm vom Hornhautrand entfernt [C. Krause]. Die Sehne hat jenseits der Trochlea eine Länge von 19,5 mm [Merkel]. Die Insertionslinie ist schief gestellt. Die Trochlea ist ein hyaliner, halbrinnenförmig ausgehöhlter und geknickter Knorpel von etwa 6 mm Länge und 4 mm Breite, welcher durch kurze Faserzüge an der Fovea (oder am Hamulus) trochlearis befestigt wird. In die Rinne dieses Knorpels tritt von hinten die Obliquus-Sehne und verlässt sie in abgelenkter Richtung. Weder die Trochlea noch die sie verlassende Sehne hat eine synoviale Auskleidung [Schwalbe]. Es ist vielmehr nur ein leicht verschiebbares Bindegewebe zwischen Sehne und Röhre; jenseits der Röhre wird die Sehne von einer besonders starken bindegewebigen Scheide umgeben.

2) Der M. obliquus inferior entspringt von der Orbitalplatte des Oberkieferbeins, am Margo infraorbitalis, lateralwärts vom unteren Ende der Crista lacrymalis des Thränenbeins. Der Muskelbauch wendet sich zwischen dem Boden der Orbita und dem M. rectus inferior bogenförmig lateral-aufwärts und gelangt zur lateralen Seite des Bulbus. Seine platte Sehne setzt sich hinter dem Aequator an der Sclera fest.

b) Die Muskeln der Augenlider (Fig. 438; Fig. 445).

1) M. levator palpebrae superioris. Der Heber des oberen Augenlids entspringt kurzsehnig vom oberen Umfang des Foramen opticum und von der Sehnervenscheide, hängt dabei mit der Ursprungssehne des Rectus superior zusammen, liegt aber jenseits des gemeinsamen Sehnenrings (Fig. 444, lp). Mit seinem schmalen dünnen Muskelbauche zieht er unter dem Dach der Orbita, unter dem N. frontalis und über dem M. rectus superior nach vorn und aussen, und geht in der Gegend des Margo supraorbitalis in eine gelblichweisse sehnige Ausbreitung über. Mit ihrer vorderen, rein bindegewebigen Schicht läuft dieselbe vor dem Tarsus des oberen Augenlids herab, während die hintere, vorwiegend aus glatten Muskelfasern bestehende Schicht den oberen Rand des Tarsus erreicht (Fig. 438, 6a u. 6b). Tiefere Bindegewebszüge stellen eine Verbindung mit der Scheide des Rectus superior her; seitliche Faserstreifen treten zur lateralen und medialen Orbitalwand. Die vorwiegend aus glatten Muskeln bestehende Schicht bildet den M. palpebralis superior [H. Müller].

Ueber den M. palpebralis inferior s. oben Rectus inferior. Die vordere bindegewebige Schicht vereinigt sich mit der vom Orbitalrand herabziehenden Fascia palpebralis superior (Fig. 438, 3), legt sich der hinteren Fläche des Orbicularis palpebrarum an und sendet Endstrahlungen zwischen die Bündel des letzteren. Die seitlichen Ausbreitungen zur Orbitalwand stellen einen lateralen und medialen Fascienzipfel dar. Dem hinteren Theil des medialen Zipfels, welcher zur Gegend der Trochlea zieht, entspricht sehr oft ein vom M. palpebralis sich abzweigendes dünnes Muskelbündel, der von Budge sogenannte M. tensor trochleae.

2) Der M. palpebralis superior ist dem soeben Angegebenen zufolge eine längsverlaufende Schicht glatter Muskelfasern, deren einzelne Züge durch spärliches Bindegewebe von einander getrennt und in den Verlauf der Endsehne des Levator palpebrae eingeschaltet sind. Sie heften sich, wie gesagt, am oberen Rand des Tarsus superior mit sehnigen Streifen an.

Der Unterschied in der Muskelversorgung des oberen und unteren Augenlids bezieht sich hiernach allein auf die Ausstattung des oberen Augenlids mit einem selbständigen quergestreiften Muskel. Von der Scheide des Rectus inferior ziehen bindegewebige Streifen zum unteren Augenlid und zur hinteren Fläche des Orbicularis. Da nun auch der M. palpebralis inferior von dem Rectus inferior ausgeht, so ergibt sich, die Muskelversorgung des oberen Augenlids sei in der Weise zu verstehen, dass der Rectus superior einen dorsalen Theil seiner Bündel abgegeben habe zur Bildung eines selbständigen Muskels, während im Rectus inferior beide Theile miteinander vereinigt blieben. In der That hat der Rectus superior das geringste Gewicht unter den geraden Augenmuskeln und steht dem Rectus inferior an Masse nach.

3) Der M. orbicularis palpebrarum ist bereits in der Myologie beschrieben worden. Was seine Ausbreitung im Augenlid betrifft, s. oben S. 753.

c) Der Muskel der Orbitalwand.

Die Fissura orbitalis inferior wird durch die sogenannte Membrana orbitalis, einen Theil der Periorbita, geschlossen. Ihr sind glatte Muskelfasern in wechselnder Menge eingewebt und bilden den Musculus orbitalis [H. Müller]; besonders reichlich sind die glatten Muskelfasern im mittleren Drittel der Membrana orbitalis. Bei manchen Säugethieren ist dieser Muskel mächtiger entwickelt; er wird vom Sympathicus versorgt.

4. Inhalt der Orbita.

Der Augapfel und Sehnerv, nebst dem Bewegungsapparat des ersteren und der Thränendrüse, werden umgeben von der mit einer Beinhaut ausgekleideten knöchernen Wandung der Orbita, sowie von reichlichem Fett, welches in der Orbita enthalten ist und Capsula adiposa bulbi genannt wird. Der Bulbus wird ferner in einem grossen Theil seines Umfangs umgeben von einer besonderen Fascie, die auch zu dem Sehnerven und den Augenmuskeln in Beziehung tritt; es ist dies die Fascia Tenoni. Der Inhalt der Augenhöhle wird vorn abgeschlossen durch eine von der Periorbita im Umfang des Margo orbitalis ausgehende Fascie, welche Augenlidaponeurose [Arnold], Ligamentum

tarsi superius et inferius [Hyrtl], Ligamentum palpebrale [Winslow] oder Fascia palpebralis superior et inferior genannt wird, mit Rücksicht auf ihre Bedeutung aber als Diaphragma orbitale s. Fascia diaphragmatica bezeichnet zu werden verdient.

1) Die Orbita und Periorbita (Fig. 445).

Die knöcherne Augenhöhle ist bereits im osteologischen Theil beschrieben worden. Sie wird von einer Faserhaut, der Beinhaut der Augenhöhle, Periorbita bekleidet. Letztere steht durch das Foramen opticum, die Fissura orbitalis superior und das Foramen ethmoidale anterius mit der Dura cerebri et cranii in Zusammenhang, geht durch die Fissura orbitalis inferior in die Beinhaut des Oberkiefers, durch die vordere Oeffnung der Orbita in die Beinhaut der benachbarten Knochen, durch den Canalis nasolacrymalis und das Foramen ethmoidale posterius in die Beinhaut der Nasenhöhle über und schliesst sich am vorderen Rand des Foramen opticum an die Duralscheide in der Weise an, dass beide innig mit einander verschmelzen. Von der Dura cerebri aus verfolgt, spaltet sich letztere am Foramen opticum in zwei Blätter, in das die Periorbita liefernde und in das die Duralscheide des Opticus liefernde. In der Orbita verhält sich demnach die Dura ähnlich wie im Spinalkanal, sie spaltet sich in ihre beiden

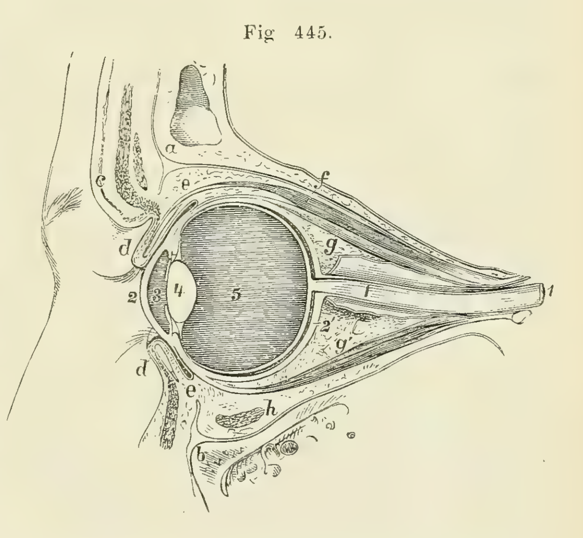


Fig. 445. Vertikaler Durchschnitt durch die linke Augenhöhle und ihren Inhalt in der Richtung der Orbitalaxe, bei geöffneter Lidspalte.

a, Stirnbein mit Stirnhöhle. b, Oberkiefer. c, Augenbrauenwulst. d, oberes, d', unteres Augenlid mit Cilien. e, e, Fornix conjunctivae. f, Musc. levator palpebrae superioris. g, M. rectus oculi superior. g', M. rectus oculi inferior. h, Durchschnitt des M. obliquus oculi inferior. 1, Sehnerv. 2, Hornhaut. 3, vordere Augenkammer. 4, Linse. 5, Glaskörper.

Bestandtheile, den periostalen und den neuralen. Die Befestigung der Periorbita an der glatten inneren Fläche der Knochen ist nur eine lockere, sie wird eine festere an den verschiedenen Ausgängen. Von der inneren Oberfläche der Periorbita lösen sich zerstreute bindegewebige Züge ab, die sich in das Orbitalfett einsenken. Ein stärkerer Faserzug entwickelt sich in der Gegend der Glandula lacrymalis, gelangt zum hinteren Rand der oberen Thränendrüse und dient als Befestigungsmittel derselben. Ein stärkeres fibröses Blatt tritt zu dem M. obliquus superior und bildet eine Scheide um denselben. In der Fortsetzung dieses Blattes gelangt das Ligamentum suspensorium trochleae von der Periorbita zur Trochlea. Unterhalb der letzteren überbrückt die Periorbita mit einem stärkeren lateralen Blatt die Fossa sacci lacrymalis; mit dem schwächeren medialen Blatt bildet sie die periostale Auskleidung der genannten Grube. Das laterale der beiden Blätter, die äussere Hülle des Thränensacks, wird etwa an der Grenze seines oberen und mittleren

Drittels durch einen horizontal ziehenden fibrösen Streifen verstärkt, eine Fortsetzung des Ligamentum palpebrale mediale.

2) Die Fettkapsel des Auges, *Capsula adiposa bulbi* (Fig. 445).

Die Fettkapsel des Augapfels, oder das Orbitalfett, füllt die Zwischenräume zwischen den in der Augenhöhle enthaltenen Organen aus und bildet ein geeignetes Polster für dieselben. Das Orbitalfett wird durch den Augenmuskelkegel (s. S. 761) in zwei unvollständig von einander geschiedene Lagen getrennt, eine innere und eine äussere. Die innere Lage ist bedeutend massiger und erfüllt den trichterförmigen Raum zwischen den Augenmuskeln, dem Sehnerven und dem hinteren Abschnitt des Augapfels. Die äussere Lage ist dünner, umgibt die Augenmuskeln, wird im hinteren Theil der Orbita schwächer, im vorderen stärker. Abnahme des Orbitalfettes hat ein Zurücksinken des Bulbus und eine stärkere Schlängelung des Sehnerven im Gefolge. Es möge bei dieser Gelegenheit der Umstand eine Erwähnung finden, dass der Bulbus, wenn er durch eine Muskelthätigkeit oder passiv aus seiner Ruhelage gebracht ist, in Folge der Spannung der Duralscheide des Opticus und der mit ihm verbundenen Sclera wieder in die Ruhelage zurückzukehren strebt und zurückkehrt, wenn jene Einwirkung aufhört.

3) Die Augapfelbinde, *Fascia bulbi s. Tenoni* (Fig. 439).

Der Augapfel ist in seinem mittleren und hinteren Theil von einer fibrösen Haut, der Augapfelbinde oder Tenon'schen Kapsel überzogen, welche auch die Namen Kapsel des Bulbus, Faserkapsel des Augapfels, Capsula fibrosa, Fascia vaginalis bulbi s. Tenoni u. s. w. führt, locker umgeben und durch sie von der unmittelbaren Verbindung mit dem inneren Fettpolster der Capsula adiposa bulbi geschieden. Nach aussen steht die Tenon'sche Fascie durch Bindegewebsblätter vielfach in Zusammenhang mit dem die Fettläppchen durchsetzenden Bindegewebe. Dem Augapfel dagegen, von dessen Oberfläche sie durch einen freien Spaltraum, den Tenon'schen Raum [Schwalbe] getrennt ist, wendet sie eine ebenso glatte Fläche zu, wie der Augapfel selbst der Tenon'schen Fascie. Nach vorn erstreckt sich die Tenon'sche Fascie bis zur Conjunctiva sclerae und verliert sich in deren Bindegewebe entlang eine Kreislinie, welche einige Millimeter von dem Fornix conjunctivae entfernt ist. In der Umgebung des hinteren Pols des Augapfels verdünnt sich die Fascie, erreicht nicht die Einmündungsstelle des N. opticus in den Bulbus, sondern hört bereits in einiger Entfernung von dieser Stelle auf. Doch steht sie in Zusammenhang mit der äusseren Wand des supravaginalen Raums des Sehnerven, welcher von den Ciliargefässen, Ciliarnerven und von lockerem Bindegewebe durchzogen wird. In diesem Raum öffnet sich der Tenon'sche Raum (Fig. 438, 12), und ist die äussere Wand des supravaginalen Raumes demnach als die natürliche Fortsetzung der Tenon'schen Fascie auf den Sehnerven zu betrachten. Durch diese Fortsetzung wird zugleich der N. opticus in derselben Weise von dem inneren Fettpolster getrennt, wie der Bulbus durch die Tenon'sche Fascie.

Das Verhältniss der Sehnen der Augenmuskeln zu der Tenon'schen Fascie ist das folgende. Die Sehnen der Augenmuskeln durchsetzen den Tenon'schen Raum in der Weise, dass die bindegewebigen Scheiden der Augenmuskeln, welche nach dem Bulbus zu immer dichter werden, in die Tenon'sche Fascie

umbiegen. Man kann dies natürlicherweise auch so ausdrücken, dass man sagt, die Tenon'sche Fascie gibt den Muskeln, während die Sehnen sie durchbohren, Scheiden, welche über die Muskeln sich ausbreiten und gegen deren Urspsungsstellen hin sich verdünnen. Man nennt diese bindegewebigen Muskelhüllen, die ein starkes Perimysium externum darstellen, Muskelscheiden, *Fasciae musculares*. Der Tenon'sche Raum lässt sich eine kurze Strecke weit an den Sehnen gegen die Muskeln zurückverfolgen, besonders an ihrer Aussenfläche. Die durchtretenden Sehnen aber sind durch bindegewebige Ausbreitungen (Adminicula, Merkel), die von ihren seitlichen Kanten ausgehen, mit den Kanten der Muskelscheiden verwachsen und werden durch sie auf ihrer Bahn zur Sclera gesichert und festgehalten. Die Anzahl der die Tenon'sche Kapsel durchbohrenden Sehnen beträgt nach dem Obigen sechs.

4) Lage des Augapfels.

Der Augapfel liegt in der Orbita nicht genau axial, sondern der lateralen und oberen Wand um 1 bis 2 mm näher, als der medialen und unteren. Der Scheitel der Hornhaut pflegt die Ebene der vorderen Orbitalöffnung zu berühren. Oben und unten wird der Augapfel in Folge dessen durch den knöchernen Orbitalrand geschützt. Auf der temporalen Seite ist dieser Schutz dagegen sehr unvollständig und ein grosser Theil der lateralen Fläche des Augapfels von dieser Seite aus frei zugänglich. Wird an einem horizontalen Längsschnitt der Augenhöhle der mediale und laterale Orbitalrand durch eine gerade Linie verbunden, so durchschneidet diese die laterale Seite des Augapfels noch hinter der Ora serrata, die mediale aber am Corneo-Scleralrand [Merkel].

Anmerkung. Wir können unsere Betrachtung der Organisation des Auges nicht schliessen, ohne einer Zeitfrage zu gedenken, die sich auf das Auge bezieht und in verschiedener Weise zu lösen versucht worden ist. Nur wer die Organisation des Auges kennt, vermag dieser Zeitfrage näher zu treten. Unter allen Sinnesorganen ist es gerade das Auge, welches in ganzen Schichten der Bevölkerung schon frühzeitig dem Verderben unterliegt. Auf kein anderes Sinnesorgan wirkt eine solche Menge verderblicher Einflüsse ein, als auf dieses. Normal beschaffene Augen sind daher von einem gewissen Alter der Individuen an in weiten Kreisen zur Seltenheit geworden. Dies ist natürlich höchst beklagenswerth und unberechenbar in seinen Folgen.

Auf welche Weise kann jedoch dem immer drohender um sich greifenden Uebel gesteuert werden? Ist nicht die fortschreitende Kultur selbst verantwortlich zu machen für die so schwerwiegenden Folgen? Man hat, um eine Abhilfe herbeizuführen, mit vollem Recht den Hauptnachdruck auf die Nothwendigkeit gelegt, die Augen der Jugend zu schonen. Ein bedeutendes Ergebniss wird sich aber nur dann erzielen lassen, wenn zu den bisher vorgeschlagenen Mitteln ein anderes hinzutritt: Verschiebung des frühzeitigen Literatenthums um einige Jahre. Man beachte, dass gegenwärtig schon das sechsjährige Kind zum Literaten gemacht wird; es fängt mit Nachdruck zu lesen und zu schreiben an. Das widerspricht aber nicht allein der zarten Beschaffenheit seiner Augen, sondern ebensosehr dem gesammten Entwicklungsgang der Menschheit. Kinder werden in der Folge vor dem achten oder neunten Lebensjahre nicht mehr im Lesen und Schreiben unterrichtet werden dürfen. Die ersten Jahre der beginnenden Schulzeit sind völlig schriftlos zuzubringen; dies wird um so leichter geschehen können, als es an Stoff zu wichtiger Beschäftigung wahrlich nicht fehlt. Ueber eine dahin zielende Reform des Lehrplans, welche die Schonung des jugendlichen Auges nicht sowohl zum Ausgangspunkt, als zum natürlichen Nebenergebniss hat, vergleiche meine Schrift: Homo sapiens ferus oder die Zustände der Verwilderten und ihre Bedeutung für Wissenschaft, Politik und Schule; Leipzig 1885.

V. Das Gehörorgan. Organon auditus.

Das Gehörorgan besitzt seinen adäquaten Reiz in Erzitterungen der Luft oder des Wassers. Mit dieser Eigenschaft steht im Einklang, dass sein reizempfindlicher Theil aus einem in die Tiefe hinabgesenkten Abschnitt der äusseren Körperhülle, der Epidermis besteht, an welchem die Fasern des Gehörnerven ihr peripheres Ende finden.

Dieses Stückchen Epidermis liegt ursprünglich an der Grenze der Medulla oblongata und des Kleinhirns, senkt sich schon in früher Embryonalzeit unter die umgebende Epidermis des Kopfes hinab und stellt ein einfaches, birnförmig gestaltetes epitheliales Bläschen dar, welches seine Verbindung mit der übrigen Epidermis bald gänzlich aufgibt. Durch eine Reihe von Wachsthumsvorgängen wandelt sich dieses Bläschen in der Folge in eine verwickelte Endform um, von deren Verhältnissen uns Fig. 446 eine deutliche Vorstellung gibt. Im Innern dieses Apparates ist Flüssigkeit enthalten, man nennt sie Endolymphe. Der Apparat selbst besteht innen aus dem weiter entwickelten Epithel, aus dem er hervorging; er ist allseitig geschlossen, nirgends eine Oeffnung vorhanden. Mit der Aussenfläche dieses Epithels sind bindegewebige Elemente in Verbindung getreten, welche dem Ganzen zum Halt und zur Stütze dienen, die Nerven und Gefässe in sich aufnehmen, welche an den Apparat herantreten. Man nennt denselben seiner verwickelten Form wegen das häutige Labyrinth. Wir werden dasselbe alsbald genauer zu betrachten haben; hier ist vorerst noch der übrigen Theile des Gehörorgans zu gedenken.

Das häutige Labyrinth ruht in einer ähnlich, doch etwas einfacher geformten knöchernen Kapsel, dem knöchernen Labyrinth, einem Theil der Pars petrosa des Schläfenbeins. Nur ein kleiner Theil des häutigen Labyrinthes überschreitet die dasselbe umgebende Knochenkapsel, es ist der in Fig. 446 mit se, Saccus endolymphaticus bezeichnete. Einfacher noch kann man sagen, das knöcherne Labyrinth ist nichts anderes, als ein nachträglich entstandener, im Allgemeinen die Form nachahmender, weitere Räume enthaltender

Fig. 446.

Fig. 446. Häutiges Labyrinth mit den Nervenendstellen.

u, Utriculus. s, Sacculus. cs, cl, ci, Ductus semicircularis superior, lateralis und inferior. rl, Recessus labyrinthi mit je einem Schenkel aus dem Sacculus und Utriculus hervorgehend. se, Saccus endolymphaticus. dc, Ductus cochlearis. v, Vorhofsblindsack, am entgegengesetzten Ende (k) des Ductus cochlearis, entsprechend der Schneckenspitze, der Kuppelblindsack. cr, Canalis reuniens. m, Macula utriculi. m', Macula sacculi. ca, Crista acustica der Ampulle des Canalis semicircularis inferior. ca' und ca'', die Cristae acusticae der beiden anderen Ampullen. sp, Stria acustica des Ductus cochlearis, das Organon Cortii enthaltend.

Abguss des vor ihm vorhandenenen häutigen Labyrinthes. Kennt man das letztere genau, so wird jener Abguss keine Schwierigkeiten mehr bereiten.

An das aus diesen beiden Theilen bestehende Labyrinth oder innere Ohr findet sich lateralwärts ein zweites epitheliales Säckchen angelagert, welches mit dem einen Ende offen in die Schlundhöhle ausmündet, während das andere Ende einen erweiterten Blindsack darstellt und keine Oeffnung besitzt, als die genannte, welche in die Schlundhöhle führt. Das ganze Gebilde ist ebenfalls von bindegewebigen Wänden umgeben und besitzt eine ansehnliche Ausdehnung. Es stellt das Tuben-Paukensäckchen, den Saccus tubotympanicus dar. Dieser geht aus dem Kopfdarm hervor und ist vom Entoblast ausgekleidet, während das häutige Labyrinth vom Ektoblast ausgekleidet ist; der erstere hat darum die Bedeutung eines Darm-Divertikels. Einige Zeit nach der Geburt nimmt der Tuben-Paukensack Luft auf, welche ihm von der Schlundhöhle aus zuströmt. Die lufthaltige Höhle, welche in dem erweiterten Blindsack nunmehr enthalten ist, heisst Paukenhöhle; sie mündet durch den Tubenkanal in die Schlundhöhle. Von dieser Anordnung gibt Fig. 447 ein überzeugendes Bild. Wir sehen bei 4 den eröffneten Tubenkanal, in 3 die eröffnete Paukenhöhle vor uns. Innen und oben, bei 6, erblicken wir das knöcherne Labyrinth. Scheinbar innerhalb der Paukenhöhle, in Wirklichkeit aber nur in dieselbe hineingestülpt und von ihrer Schleimhaut überzogen, liegen drei kleine Knochen, die Gehörknöchelchen, eine Kette bildend, in bestimmter Reihenfolge beisammen.

Fig. 447.

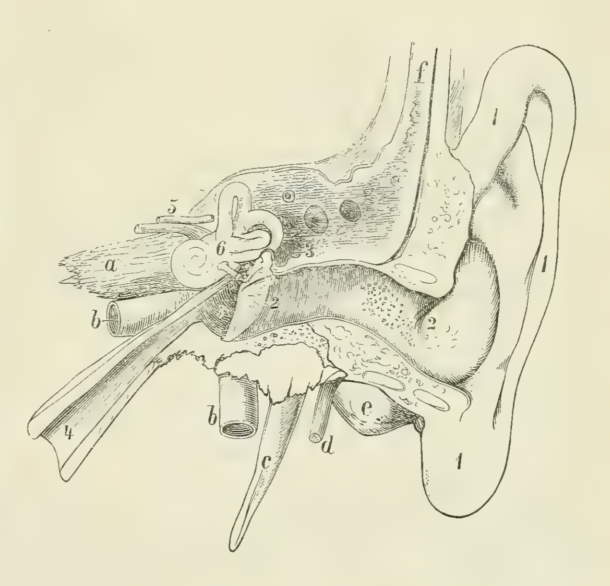


Fig. 447. Das Gehörorgan der linken Seite, dessen einzelne Theile zur besseren Uebersicht blosgelegt und eröffnet sind. (Nach Arnold).

Das linke Schläfenbein ist mit einigen anhängenden Gebilden aus dem Schädel herausgenommen, seine vordere Abtheilung ist entfernt; dadurch sind der äussere Gehörgang, die Eustachische Röhre und die Trommelhöhle eröffnet und ein Theil des Trommelfelles hinweggenommen; ausserdem sind die Theile des inneren Ohres freigelegt. 1, 1, 1, Ohrmuschel und Ohrläppchen. 2, knorpeliger Theil, 2', knöcherner Theil des äusseren Gehörganges; nach innen von 2', Trommelfell. 3, Trommelhöhle. 3', Eingang zu den Zellen des Zitzenfortsatzes; zwischen 3, 3' und 6, die Kette der Gehörknöchelchen. 4, Ohrtrompete. 5, eröffneter innerer Gehörgang mit dem quer durchschnittenen Gesichtsnerven und dem Gehörnerven. 6, inneres Ohr zusammengesetzt aus Schnecke, Vorhof und halbzirkelförmigen Kanälen. — a, Spitze des Felsenbeins. b, b, innere Kopfschlagader. c, Griffelfortsatz. d, Austrittsstelle des Gesichtsnerven aus dem Griffelwarzenloch. e, Warzenfortsatz. f, Schuppe des Schläfenbeines.

An der Aussenwand der Paukenhöhle (rechts von 3, Fig. 447) sehen wir eine dritte Höhle gegen die Paukenhöhle herantreten. Sie beginnt an der Aussenfläche der Gesichtswand. Es ist dies der äussere Gehörgang, der sich in Fig. 447 von 2 bis gegen 3 erstreckt und an der Ohrmuschel beginnt. Er besteht wiederum aus einer ektoblastischen, epithelialen Auskleidung und aus bindegewebigen Bestandtheilen. Die dünne Platte, welche beide Höhlen zwischen sich fassen, ist das Trommelfell, *Membrana tympani.* Beide Höhlen werden

durch das Trommelfell von einander getrennt und stehen ebensowenig miteinander in Verbindung, als die Paukenhöhle mit der Labyrinthhöhle. Als eine zwischen der Pauken- und Gehörgangshöhle gelegene Membran ist das Trommelfell beiderseits von Epithel überzogen, einem entoblastischen inneren, einem ektoblastischen äusseren. Zwischen beiden epithelialen Blättern befinden sich bindegewebige Bestandtheile.

Die Paukenhöhle mit ihrem Inhalt und ihren Wänden, das Trommelfell eingeschlossen, pflegt man als mittleres Ohr zu bezeichnen. Der äussere Gehörgang und die Ohrmuschel dagegen werden äusseres Ohr genannt. Während das innere Ohr die Endausbreitung des Hörnerven enthält, ist das äussere und mittlere Ohr wesentlich mit der Aufgabe der Leitung und Uebertragung ankommender Luftwellen betraut.

I. Das Labyrinth, inneres Ohr.

a) Das häutige Labyrinth (Labyrinthus membranaceus).

Das häutige Labyrinth besteht, wie Fig. 446 zeigt, aus einem mächtigen Mitteltheil und mehreren davon ausgehenden Kanälen von eigenthümlicher Gestalt. Der Mitteltheil ist aus zwei Säckchen zusammengesetzt, dem langgestreckten Utriculus (u) und dem rundlichen, ebenfalls etwas abgeplatteten Sacculus (s). Der Utriculus hat eine Länge von 5 bis 6 mm; der Sacculus ist 3 mm lang, 2 mm breit. Der Utriculus liegt dem Sacculus mit einer Stelle seiner Wand innig an, ohne dass beide Wände zu einer einzigen, zu einer Scheidewand verschmelzen; beide Wände bleiben vielmehr von einander gesondert. Mit beiden Säckchen steht ein langgestreckter Gang von 0,17 mm Lichtung (rl) in offener Verbindung, der Ductus endolymphaticus s. Recessus labyrinthi. Der eine, mit dem Sacculus in Verbindung stehende Schenkel ist der stärkere; der andere, in den Utriculus mündende Schenkel ist schwächer und heisst auch Canalis utriculo-saccularis. An seinem peripheren Theil erweitert sich der Ductus endolymphaticus zu einer platten ansehnlichen Tasche, dem Saccus endolymphaticus. Dieses erweiterte Endstück des Ductus endolymphaticus ist ungefähr 1 cm lang und 5 bis 8 mm breit, und liegt ausserhalb der äusseren Mündung des Aquaeductus vestibuli osseus, an der hinteren Fläche der Pars petrosa des Schläfenbeins, zwischen zwei Blättern der Dura mater. Seine Richtung erstreckt sich nach unten-lateralwärts.

Vom Utriculus gehen, abgesehen von dem zugehörigen Schenkel des Recessus labyrinthi noch mehrere Kanäle aus, die drei häutigen Bogengänge, *Ductus semicirculares s. Canales semicirculares membranacei* (ds, di, dl). Ihr Querschnitt ist oval; der grössere Durchmesser des Querschnitts steht senkrecht auf der Verlaufsebene des Bogengangs. Der grössere Durchmesser hat 0,5 bis 0,58, der kleinere 0,3 bis 0,4 mm. Jeder Ductus semicircularis beschreibt einen Bogen von ungefähr zwei Dritttheilen eines Kreises. Die drei Bogengänge liegen ausserdem in ungefähr senkrecht zu einander gestellten Ebenen.

Man unterscheidet die drei Bogengänge ihrer Lage nach als einen oberen oder vorderen, frontalen (Ductus semicircularis superior s. anterior s. frontalis); als einen unteren, hinteren, sagittalen (Ductus semicircularis inferior s. poste-

rior s. sagittalis); und als einen äusseren oder horizontalen (ductus semicircularis externus s. horizontalis).

In der ihnen zukommenden Lage werden die Bogengänge durch ihre Umgebung, beim Erwachsenen durch knöcherne Kanäle und bindegewebige Stränge festgehalten; sie werden aber in ihrer Richtung nicht etwa durch den Knochen bestimmt; denn vor jeder Knochen- und Knorpelbildung haben sich die epithelialen Bogengänge bereits entwickelt. Zu Messungen der gegenseitigen Lage der Bogengänge sind dagegen die knöchernen Kanäle natürlich besonders geeignet.

An jedem Bogengang unterscheidet man ferner zwei Schenkel. Durch jeden dieser Schenkel münden die Bogengänge in den Utriculus aus. Es würden somit sechs Mündungen am Utriculus vorhanden sein. Die einander entgegenlaufenden Schenkel der beiden vertikalen Bogengänge (ds und di) fliessen jedoch in einer ansehnlichen Entfernung von der Mündung zu einem gemeinsamen Kanal zusammen; man nennt denselben Crus commune (bei c). Es sind darum nur fünf Mündungen der Bogengänge im Utriculus vorhanden. Nach einer anderen Auffassung wird das Crus commune als ein Abschnitt des Utriculus selbst betrachtet und Sinus superior des Utriculus genannt [Retzius]; nunmehr münden sämmtliche Schenkel der Bogengänge, zusammen mit sechs Oeffnungen unmittelbar in den Utriculus aus.

Diese fünf oder sechs Mündungen und Endstücke der Bogengänge sind aber keineswegs einander gleich beschaffen. Vielmehr zerfallen sie in zwei genau von einander unterschiedene Gruppen. Drei Mündungsstücke der Bogengänge, die man auch als Anfangstheile der Bogengänge bezeichnet, sind nämlich durch eine ansehnliche Erweiterung und zugleich durch den Besitz einer Neuro-Epitel tragenden, in die Lichtung der Erweiterung vorspringenden Leiste ausgezeichnet. Man nennt diese erweiterten Anfangstheile der Bogengänge Ampullen; der bezügliche Schenkel des Bogengangs heisst von ihr aus der ampullare Schenkel (Crus ampullare); der nicht-ampullare Schenkel heisst Crus simplex. Die Neuro-Epithel tragende Leiste heisst Crista acustica. Es sind dem Angegebenen gemäss drei Crista acusticae vorhanden (Fig. 446 ca, ca', ca''). An jede dieser Cristae tritt ein Zweig des N. acusticus heran und findet hier seine Endigung. Die Ampullen und Cristae des oberen und äusseren Bogengangs liegen einander sehr nahe; die Ampulle und Crista des inneren Bogenganges liegt dagegen den beiden anderen sehr fern und fast entgegengesetzt. Die Ampullen der drei Bogengänge sind von annähernd gleicher Gestalt und Grösse und haben in der Richtung des Bogengangs einen Durchmesser von 2 bis 2,5 mm, in der dazu senkrechten dagegen von 1,5 mm. Die Eintrittsstelle des ampullaren Nerven liegt auf der convexen Seite der Bogengänge und ist durch eine quere Furche (Sulcus transversus) gekennzeichnet. Auch die Crista ist quergestellt, hat halbmondförmige Gestalt und nimmt $^1/_3$ bis $^1/_2$ des Umfangs der Ampulle ein.

Im ganzen übrigen Bereich der Bogengänge findet keine Nervenendigung statt; letztere ist allein auf die angegebenen drei Stellen beschränkt Es gibt dagegen noch nervenfreie Erweiterungen; auch die nichtampullaren Schenkel, besonders derjenige des horizontalen Bogengangs, münden mit einer

Erweiterung in den Utriculus. Statt einen ampullaren und einfachen Schenkel an jedem Bogengang zu unterscheiden, würde es also gerechtfertigter sein, von einem neuralen und einem aneuralen Schenkel zu sprechen.

Wie das Neuroepithel in den Bogengängen nur auf bestimmte Theile der Wand angewiesen ist, so verhält es sich auch bei dem Utriculus und Sacculus. Auch sie besitzen je eine Nerven-Endstelle, man nennt sie Macula acustica (Fig. 446 m, m').

Die Macula acustica utriculi hat eine oval blattförmige Gestalt, ist 3 mm lang und 2,4 mm breit. Sie nimmt einen Theil des Bodens und der vordern Wand des Utriculus ein und greift von hier aus auf die laterale Fläche über. Der Nerv tritt von oben und vorn her zur Macula.

Die Macula acustica sacculi besitzt eine ovale Gestalt mit vertikal gestellter Axe; der lange Durchmesser beträgt 2,5 der kurze 1,5 mm.

So haben wir bis jetzt fünf Nervenendstellen am häutigen Labyrinth kennen gelernt. Zu ihnen tritt noch eine sechste, die im Ductus cochlearis enthalten ist.

Der Schneckengang, Ductus cochlearis (Fig. 446, dc) ist nicht rund oder abgeplattet, wie die übrigen Weitungen des Labyrinthes, sondern hat, was auf der Figur nicht hervortritt, einen dreiseitigen Querschnitt. Am Ductus cochlearis sind zwei geschlossene Enden zu bemerken. Das eine, dem Sacculus benachbarte Ende hat den Namen Vorhofsblindsack (b), das andere Ende heisst Kuppelblindsack, indem jenes an der vorderen Grenze des Vorhofs, dieses in der Kuppel der knöchernen Schnecke enthalten ist. Der zwischen beiden Enden befindliche Theil des Schneckenganges ist nicht gerade gestreckt, sondern in Spiralwindungen gelegt, die sich übereinander erheben, wie es sich bei Betrachtung der knöchernen Scknecke noch deutlicher ergeben wird. In der Nähe des Vorhofsblindsackes steht der Ductus cochlearis durch einen kurzen Gang, Canalis reuniens [Hensen] (cr) mit dem Sacculus in offener Verbindung. Wie in den übrigen Abschnitten des Labyrinthes die Nervenendstelle nur einen Theil der Wand in Anspruch nimmt, so ist es auch hier der Fall. Ein schmaler Streifen der basalen Wand macht sich im Ductus cochlearis als wichtigste Stelle geltend. Zu den Cristae und Maculae acusticae des übrigen Labyrinthes tritt hiermit noch eine Stria acustica (Fig. 446, sp) hinzu, welche Neuroepithel enthält. Auch dieser Streifen bildet einen in das Innere des Hohlraums hineinragenden Wulst und kann aus diesem Grunde Torus spiralis genannt werden. Dieser Streifen stellt das sogenannte Corti'sche Organ dar. Es durchzieht den ganzen Schneckengang vom Anfang bis zum Ende in ununterbrochener Linie und ist darum ebenfalls spiralig aufgewunden. Trotz seiner Schmalheit vermag der Streifen in Folge der ansehnlichen Länge als Endigungsstätte für eine gewaltige Zahl von Nervenfasern zu dienen. Auf dem Querschnitt des Ductus cochlearis springt das Corti'sche Organ gleich einer Papille vor; man nennt die dadurch hervorgebrachte Erhebung darum gewöhnlich Papilla spiralis, ähnlich wie am Querschnitt des Rückenmarks die vorspringende graue Säule vorderes, hinteres und seitliches Horn genannt wird.

Der Ductus cochlearis und seine Stria acustica bestehen im Ganzen aus $2^1/_2$ bis $2^3/_4$ Windungen. Der Sinn der Windungen ergibt sich leicht, wenn wir bedenken, dass das Längenwachsthum des anfänglich äusserst kurzen Ductus coch-

learis in beschränktem Raume stattfinden musste. Durch Aufrollung konnte der ganze Gang an einer verhältnissmässig kleinen Stelle Platz finden. Schwieriger ist es, eine Erklärung zu finden für die lineare Anordnung der Nervenendstelle; denn es hätte ja auch hier eine Zusammendrängung in die Fläche stattfinden können, wie beim Sacculus und Utriculus. Man wird auf diese Weise unwillkürlich zu der Annahme geführt, es handle sich hier um irgend eine regelmässige Abstufung der Elemente nach einer Seite hin, auf deren Unterbringung es ankam.

Aus dem Angebenen erhellt, dass sämmtliche Abtheilungen des häutigen Labyrinthes in offener Verbindung miteinander stehen, dass somit ein Weg vom Kuppelblindsack des Ductus cochlearis bis zu den äussersten Enden des Saccus endolymphaticus und der Ductus semicirculares führt. Die in dem gesammten Gangwerk enthaltene Flüssigkeit führt, wie schon bemerkt wurde, den Namen Endolymphe, zum Unterschied von einer das häutige Labyrinth von aussen umgebenden Flüssigkeit, der Perilymphe, welche den Lymphbahnen des Labyrinthes angehört.

Zu den genannten sechs Nervenendstellen tritt der N. acusticus mit seinen Zweigen (s. Fig. 448 B). Der N. acusticus durchzieht gemeinschaftlich mit

Fig. 448.

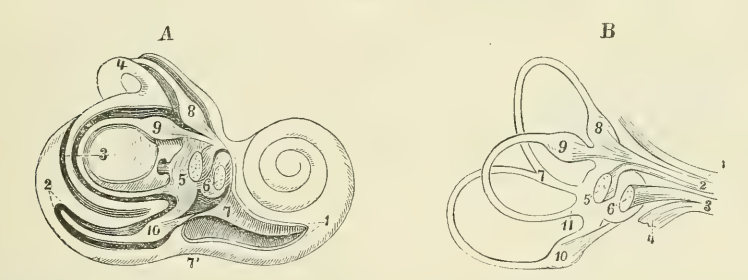


Fig. 448. Ansicht des inneren Theiles des Labyrinthes der rechten Seite mit den häutigen Bildungen. (Nach Breschet.) $^3/_1$.

A. Die knöchernen Wände des Labyrinthes sind zum Theil entfernt, um die häutigen Theile in ihrer Lage zu übersehen

1, Anfang des Spiralganges der Schnecke; 2, hinterer Bogengang zum Theil eröffnet, mit seinem häutigen Inhalte; 3, äusserer Bogengang vollständig eröffnet; 4, oberer Bogengang; 5, eiförmiges Säckchen mit einem Häufchen Otolithen; 6, rundes Säckchen mit Otolithen; 7, lamina spiralis und scala vestibuli; 7'; scala tympani; 8, 9, 10, ampullae membranaceae.

B. Häutiges Labyrinth mit den Nerven.

1, n. facialis im inneren Gehörgange: 2, vordere Abtheilung des Gehörnerven mit Aesten zu 5, 8 und 9; 3, hintere Abtheilung des Gehörnerven mit Aesten zu 6 und 10; 4, n. cochleae; 5, sacculus hemiellipticus; 6, sacculus hemisphaericus; 7, canalis communis; 8, ampulla membranacea superior; 9, ampulla membranacea externa; 10, ampulla membranacea posterior; 11, hinteres Ende des Canalis membranaceus externus.

dem N. facialis den inneren Gehörgang. Am Grunde des inneren Gehörgangs trennt sich der N. facialis vom Gehörnerven und tritt in den Canalis Fallopiae ein. Der Acusticus dagegen, aus zahlreichen, locker miteinander verbundenen Bündeln bestehend, ist bereits seinem Verbreitungsgebiet sehr nahe gerückt. Wie wir aus Früherem wissen, spaltet er sich im inneren Gehörgang in einen Ramus anterior und posterior (s. oben S. 553). Der erstere theilt sich in einen Ramulus utricularis, ampullaris superior und lateralis; die übrige Masse von Bündeln wird entweder zusammen als Ramus posterior aufgefasst, oder von ihr ein Ramus medius [Retzius] gesondert, welcher sich in den Ramulus saccularis und ampullaris inferior theilt; der noch bleibende Ramus posterior tritt

zur Schnecke. Um zu ihren Verästelungsgebieten zu gelangen, müssen die Zweige des N. acusticus den Grund des inneren Gehörgangs durchsetzen. Wir werden die Art dieser Durchsetzung bei der Betrachtung des knöchernen Labyrinthes kennen lernen, zu welchem wir uns nunmehr wenden. Nach Kenntnissnahme des knöchernen Labyrinthes ist darauf der feinere Bau des häutigen Labyrinthes und seiner Nervenendstellen zu berücksichtigen.

b) Das knöcherne Labyrinth (Labyrinthus osseus).

Man verschafft sich auf leichte Weise eine genauere Kenntniss des knöchernen Labyrinthes am Schläfenbein des Neugebornen. Es gelingt hier ohne Schwierigkeit, das knöcherne Gehäuse des häutigen Labyrinthes, die Labyrinthkapsel, aus der übrigen Knochenmasse der Pars petrosa herauszuschälen. Die Labyrinthkapsel zeichnet sich nämlich vor der umgebenden Knochensubstanz durch eine weit grössere Härte aus; sie besitzt die Beschaffenheit der Substantia dura gegenüber der schwammigen Substanz der Umgebung. Letztere ist ausserdem beim Neugebornen in weit geringerer Menge vorhanden als beim Erwachsenen, so dass ansehnliche Theile der Labyrinthkapsel ohne irgend welche Bedeutung äusserlich sichtbar sind (Fig. 449 A und Fig. 450 B).

Das knöcherne Labyrinth besteht aus einem mittleren Theil, dem Vorhof; aus einem vor diesem gelegenen Schnecken-, und einen hinter ihm gelegenen Bogengangstheil. Der Vorhof nimmt die beiden Säckchen des häutigen Labyrinthes auf; der Name der übrigen Theile

Fig. 449.

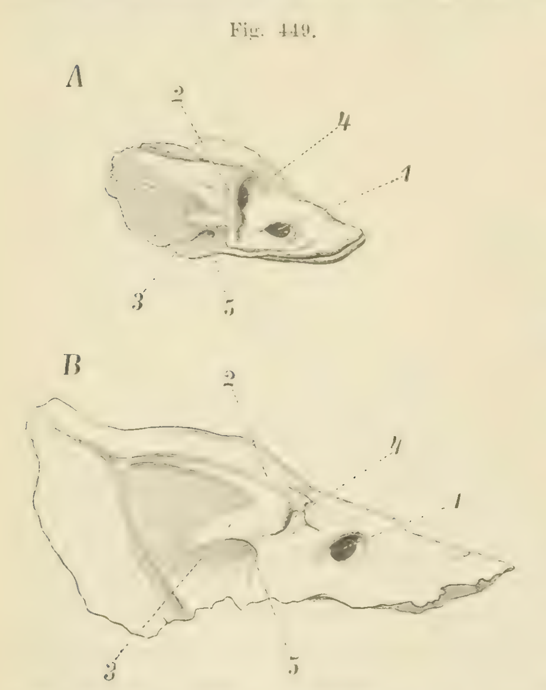


Fig. 449. A. Linkes Felsenbein des Neugeborenen; B, des Erwachsenen, hintere (mediale) Fläche.

In beiden Figuren bedeutet: 1, Porus acusticus internus; 2, Eminentia arcuata; 3, Wulst, vom Crus simplex des unteren vertikalen Bogenganges erzeugt; 4, Fossa subarcuata; 5, Apertura externa aquaeductus vestibuli.

zeigt bereits an, welche Abschnitte des häutigen Labyrinthes in ihnen Aufnahme finden.

Mit dem knöchernen Labyrinth steht das Zuleitungsrohr des Gehörnerven, der Meatus auditorius internus und seine Wand, in inniger Verbindung. Es ist zweckmässig, dieses Zuleitungsrohr, dessen Lage schon in der Knochenlehre behandelt wurde, zuerst in das Auge zu fassen.

1) der innere Gehörgang (Meatus auditorius internus).

Der innere Gehörgang erstreckt sich in nahezu transversaler Richtung lateralwärts durch die Pars petrosa des Schläfenbeins. Er endigt nach kurzem, in seiner Länge sehr wechselnden Verlaufe an der siebförmigen Platte oder

Siebplatte des Meatus auditorius internus, welche demnach den Grund, Fundus, des inneren Gehörgangs bildet. Durch

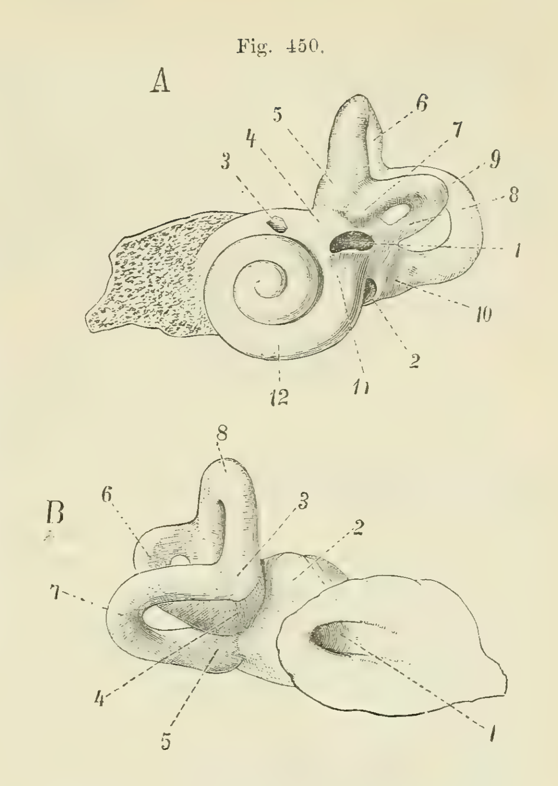


Fig. 450. Linkes knöchernes Labyrinth eines Kindes. $^2/_1$.

A, Von der lateralen Seite gesehen; 1, Fenestra ovalis; 2, Fenestra rotunda; 2, Oeffnung des Canalis facialis zum Meatus auditorius internus; der übrige Theil des Kanales ist abgetragen; 4, Vestibulum; 5, ampulläre Mündung des knöchernen oberen (vorderen) vertikalen Bogenganges 6; — 7, ampulläre Mündung des äusseren (horizontalen) Bogenganges 8; — 9, unterer (hinterer) vertikaler Bogengang; 10, dessen ampulläre Mündung; 11, Anfangstheil der knöchernen Schnecke, die dem Beschauer zugekehrte Wölbung des Promontorium bildend; 12, knöcherne Schnecke. —
B, Knöchernes Labyrinth von der medialen Seite gesehen. 1, Meatus auditorius internus; 2, Vestibulum; 3, gemeinschaftliche Mündung der beiden vertikalen Bogengänge; 4, hintere Mündung des horizontalen (äusseren) Bogenganges; 5, ampulläre Mündung des hinteren oder unteren Bogenganges; 6, äusserer oder horizontaler Bogengang; 7, hinterer (unterer) Bogengang; 8, vorderer (oberer) Bogengang.

eine horizontale Leiste, Crista falciformis (Fig 450, 1), wird die dem inneren Gehörgang zugewendete Fläche dieser Platte in ein oberes, kleineres, und in ein unteres, grösseres, grubig vertieftes Feld zerlegt.

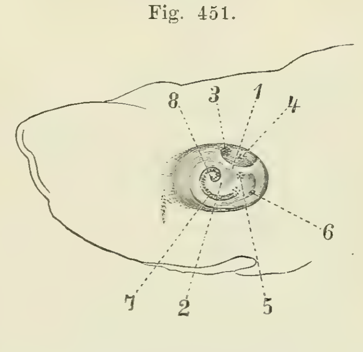


Fig. 451. Fundus meatus auditorii interni des rechten Felsenbeins von einem Kinde. $^2/_1$.

Die Umrisse der Spitze der Felsenbein-Pyramide sind nur angedeutet. 1, Crista falciformis; 2. Leiste, die von ihr herabsteigt; sie ist ein Theil der Basalfläche einer Schneckenwindung und sondert die Fossula inferior in die vordere (links) Fossula cochlearis und die hintere Fossula vestibularis inferior. In der oberhalb der Crista falciformis befindlichen Fossula superior unterscheidet man 3, Oeffnung für den N. facialis; 4, Area cribrosa superior. In der Fossula inferior; 5, Area cribrosa media; 6, Foramen singulare; 7, Tractus spiralis foraminulentus; 8, Foramen centrale cochleae.

Das obere Feld, *Fossula superior*, trägt vorn-medianwärts die obere Mündung des Canalis facialis s. Fallopiae (Fig. 450, 3). Lateralwärts von ihr liegt eine Gruppe kleinerer Oeffnungen, durch welche die Bündel des Ramus anterior N. acustici hindurchziehen (Fig. 450, 4). Das die Oeffnungen tragende Feld heisst Area cribrosa superior.

Das geräumigere untere Feld, *Fossula inferior*, zeigt im vorderen Bereich die Area cribrosa inferior, welche von einer grossen Anzahl in spiraliger Anordnung aufgestellter Oeffnungen, dem Tractus spiralis foraminosus mit dem Foramen centrale cochleae (Fig. 120, 8) eingenommen wird. Eine dem hinteren Ende des Tractus spiralis foraminosus benachbarte kleine Gruppe von Oeffnungen (Fig. 120 5) stellt die Area cribrosa media dar. Etwa

3 mm hinter der Fossula inferior befindet sich eine einzelne grössere Oeffnung von etwa $1/_2$ mm Durchmesser, das Foramen singulare (Fig. 451, 6). Letzteres nimmt den Ramulus ampullaris inferior des N. acusticus auf. Die Area cribrosa media dient zum Durchtritt des Ramulus saccularis; die Area cribrosa inferior mit dem Tractus spinalis foraminosus und dem Foramen centrale cochleae lässt den Ramus posterior s. cochlearis hindurchtreten. Theils bei der Betrachtung des Vorhofs, theils bei der Betrachtung der Schnecke werden wir der gegenüberliegenden Vorhofs-Mündung der erwähnten Löchergruppen wieder begegnen.

2) Der Vorhof (Vestibulum).

Der Vorhof des knöchernen Labyrinthes steht vorn mit der Schnecke, hinten mit den Bogengängen in Verbindung. Seine mediale Wand gehört dem Grund des inneren Gehörgangs, seine laterale dagegen der medialen Wand der Paukenhöhle an.

An dieser lateralen Wand fallen zwei Oeffnungen auf (Fig. 450 A), eine obere von ovaler oder Bohnenform (1), und eine untere (2) von rundlicher oder dreieckiger Form. Erstere Oeffnung, die Fenestra ovalis s. vestibuli führt in den Vorhofsraum; letztere, die Fenestra rotunda s. triquetra s. cochleae führt in den Schneckenraum. Beide werden uns noch bei der Betrachtung der Paukenhöhle beschäftigen, an deren medialer Wand diese im unversehrten Object vollständig und in besonderer Weise geschlossenen Oeffnungen gelegen sind.

Eine weitergehende Schilderung der äusseren Verhältnisse der Labyrinthkapsel würde keinen Werth haben. Um so nothwendiger ist es, den Innenraum der Labyrinthkapsel einer Musterung zu unterwerfen. Man untersucht diesen Innenraum entweder durch Abtragung eines Theils der knöchernen Bedeckung, z. B. durch Abtragung der zwischen der Fenestra ovalis und rotunda gelegenen Knochenplatte, oder indem man in dieser Abtragung noch weiter geht. Ein anderer Weg zur Untersuchung der Hohlräume des knöchernen Labyrinthes bietet sich dar in der Betrachtung von Ausgüssen, die von dem Hohlraumsystem hergestellt worden sind. Es ist am besten, beide Verfahrungsweisen einzuschlagen.

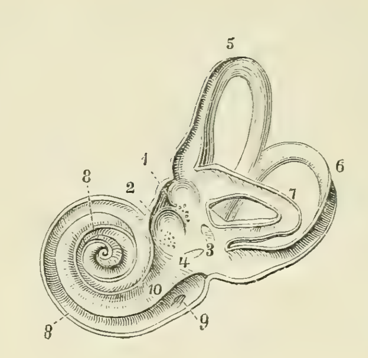
In Fig. 452 liegt ein Labyrinth vor, welches in weitester Ausdehnung eröffnet worden ist. Was den Vorhof betrifft, dessen Betrachtung uns zunächst obliegt, so ist dessen laterale, der Paukenhöhle zugewendete Wand mit den beiden Fenstern abgetragen, die mediale dagegen, welche dem Grund des inneren Gehörgangs angehört, in ganzer Ausdehnung dem Blick zugekehrt. In dem auf der Figur mit den Ziffern 1, 2, 3 und 4 bezeichneten Felde liegt die genannte Wand vor unseren Augen. Auf das Deutlichste ergibt sich aus den Verhältnissen der Figur, der Vorhof bilde eine centrale Kammer des Labyrinthes, welche auf der einen Seite mit dem Schneckenraum, auf der andern Seite mit den Bogengängen in unmittelbarer Verbindung steht. An der medialen Wand fallen zwei flache, durch eine niedere senkrechte Leiste geschiedene Vertiefungen auf, der Recessus sphaericus und der Recessus ellipticus (2 und 1). Der Recessus sphaericus, die vordere der beiden Gruben, ist schärfer begrenzt und liegt etwas tiefer. Die senkrechte Leiste, Crista vestibuli, erhebt sich mit

Fig. 452. Das Labyrinth der linken Seite eröffnet. (Nach Sömmering). $^{5}/_{2}$.

Die knöcherne Wand ist nach aussen und oben entfernt

1, recessus hemiellipticus vestibuli. 2, recessus hemisphaericus mit macula cribrosa media; zwischen 1 und 2, crista vestibuli. 3, gemeinschaftliche Mündung der einfachen Schenkel des oberen und hinteren Bogenganges. 4, Oeffnung der Vorhofswasserleitung. 5, oberer, 6, hinterer, 7, äusserer Bogengang. 8, 8, canalis spiralis cochleae. 9, aquaeductus cochleae. 10, lamina spiralis cochleae.

Fig. 452.



ihrem oberen Ende etwas stärker; dieser höhere Theil wird Pyramis vestibuli genannt. Ventralwärts und etwas hinter der Leiste findet sich eine seichte Furche, Sinus sulciformis, vor, welche zu einer feinen Oeffnung führt, der inneren Mündung der Wasserleitung des Vorhofs, *Apertura interna aquaeductus vestibuli* (Fig. 452, 4).

Dicht unter und vor dem Recessus sphaericus liegt der Eingang in die Schnecke, *Apertura vestibularis scalae vestibuli.*

Die drei Bogengänge münden mit fünf Oeffnungen an der hinteren Abtheilung des Vorhofs; sie sind in Fig. 452 sämmtlich zu erkennen und werden mit den Bogengängen genauer beschrieben.

Sehr deutlich ist bereits bemerkbar, wie die Abtheilungen des häutigen Labyrinthes sich zu dem knöchernen verhalten. Was den Vorhofsraum betrifft, so liegt dem Recessus sphaericus der Sacculus, dem Recessus ellipticus der Utriculus an, wie eine Vergleichung der Figuren 452 und 446 leicht ergibt. Die Lage der Nervenendstellen beider Säckchen ist bereits oben (S. 772) geschildert worden.

Die Crista vestibuli zeigt in ihrer oberen Abtheilung eine siebförmige Durchbrechung, die Macula cribrosa superior (Fig. 452); sie entspricht der Area cribrosa superior des Grundes des inneren Gehörgangs. Der Recessus sphaericus zeigt ebenfalls einen Siebfleck, es ist dies die Macula cribrosa media; sie liegt der Area cribrosa media des Grundes des inneren Gehörgangs gegenüber. In der Nähe der ampullaren Mündung des hinteren vertikalen Bogengangs liegt ein dritter Siebfleck, die Macula cribrosa inferior, welche dem Foramen singulare des inneren Gehörgangs entspricht. Von den im Grunde des inneren Gehörgangs befindlichen Durchtrittsstellen für Aeste des Gehörnerven bleibt somit nur noch eine übrig, die im Vorhof nicht vertreten ist, während alle übrigen eine Vorhofsmündung besitzen; jene andere, der Tractus spiralis foraminosus, besitzt seine Labyrinthmündung nicht im Vorhof, sondern in der Schnecke.

3) Die Bogengänge (Canales semicirculares).

Die Bogengänge sind drei **C** förmig gekrümmte, senkrecht auf die Krümmungsebene abgeplattete cylindrische Knochenröhren, welche von dem Vorhof ausgehen und wieder in ihn münden. Sie sind von ungleicher Länge, doch von nahezu gleicher Weite, indem die beiden Durchmesser des elliptischen Querschnittes zwischen 0,8 bis 1,0 und 1,2 bis 1,7 mm schwanken. Sie sind hier-

nach bedeutend weiter als die eingelagerten häutigen Bogengänge. Jeder der Kanäle umfasst einen Bogen von nahezu zwei Dritttheilen eines Kreises; jeder besitzt ferner an einem der beiden Enden eine stark erweiterte Mündung, Ampulla ossea s. Sinus ellipticus. Während drei ampulläre Mündungen vorhanden sind, zeigen sich, wie bei dem häutigen Labyrinth, nur zwei einfache Mündungen: wie aber auch beim häutigen Labyrinth die einfachen Mündungen schwache ampullare Erweiterungen tragen, so ist dies auch bei dem knöchernen der Fall. Man ist jedoch daran gewöhnt, an jedem Bogengang einen ampullaren Schenkel, Crus ampullare, von einem einfachen Schenkel, Crus simplex, zu unterscheiden (s. oben S. 772).

Die drei Bogengänge sind in drei ungefähr senkrecht zu einander gestellten Ebenen aufgestellt. Man unterscheidet darum einen frontalen, sagittalen und horizontalen Bogengang.

Der frontale, obere oder vordere Bogengang überragt alle übrigen Theile des Labyrinthes und verursacht an der oberen Fläche der Pars petrosa eine Hervorragung, Eminentia arcuata. Sein ampullares Ende, Ampulla ossea superior, mündet neben der Ampulle des horizontalen Bogengangs im vorderen oberen Theil des Vestibulum (Fig. 452, rechts von 1). Das Crus simplex des frontalen Bogengangs verbindet sich mit dem Crus simplex des sagittalen zu dem gemeinsamen Schenkel, Crus commune s. Canalis communis, welcher im hinteren Theil des Vorhofs an der medialen Wand mündet (Fig. 452, 3). Am convexen Rand gemessen beträgt die Länge des frontalen Ganges 18 bis 20 mm.

Der sagittale, hintere, untere Bogengang misst 22 mm und ist der längste der Bogengänge. Sein ampullares Ende liegt an der unteren hinteren Abtheilung des Vorhofs; sein einfacher Schenkel fliesst mit dem entsprechenden des frontalen Bogengangs zusammen.

Der horizontale, laterale Bogengang besitzt eine Länge von 14 bis 15 mm und mündet mit zwei Oeffnungen in den oberen und hinteren Theil des Vorhofs. Seine Ampulle, Ampulla ossea lateralis, liegt dicht neben der Ampulla superior, vorn-aussen über dem ovalen Fenster. Der einfache Schenkel tritt zwischen der unteren Ampulle und dem Crus commune in den Vorhof.

4) Die Schnecke (Cochlea).

Die Schnecke bildet die vordere Abtheilung des Labyrinthes und grenzt mit ihrer Basis an den inneren Gehörgang, mit ihrer lateralwärts gerichteten Spitze an den Canalis tensoris tympani. Nach vorn grenzt sie an den Canalis caroticus und ist nur durch eine dünne Knochenwand von ihm getrennt. Ihre Breite an der Basis beträgt 8 bis 9 mm; die Entfernung von der Basis bis zur Spitze 4 bis 5 mm. Die Axe, um welche die Windungen der Schnecke verlaufen, liegt in der Fortsetzung des Meatus auditorius internus, wie der letztere nahezu horizontal (s. Fig. 447).

Der Canalis cochlearis nimmt seinen Ausgang aus der vorderen, unteren und lateralen Ecke des Vorhofs (s. Fig. 452). Diesem Anfangstheil der Schnecke entspricht eine Wölbung der medialen Wand der Paukenhöhle, das später zu betrachtende Promontorium. Man nennt diesen, 4 bis 5 mm langen Abschnitt der Schnecke freien Theil [Henle] oder Vestibulartheil der

Schnecke. Er setzt sich unter stärkerer Krümmung in den spiralig gewundenen Theil fort.

Die Zahl der Windungen beträgt $2^1/_2$ bis $2^3/_4$. Diese Windungen sind nicht in einer Ebene aufgerollt, sondern jede folgende erhebt sich über die vorhergehende und ist zugleich enger. Die letzte halbe Windung unterscheidet sich von den übrigen theils durch ihre starke Abplattung, theils dadurch, dass sie sich neben das Ende der zweiten Windung legt [Reichert]. Die Kuppel der Schnecke wird daher zusammen durch das blinde Endstück und den letzten Theil der zweiten Windung dargestellt. Die Länge des ganzen Canalis cochlearis beträgt ungefähr 28 bis 30 mm. Die Form der Lichtung des Schneckenkanals ist, wenn von der in den Kanal vorspringenden Lamina spiralis ossea abgesehen wird, bald von elliptischem Querschnitt mit einem langen Durchmesser von ungefähr 2 mm, bald halbkreisförmig, oder dreiseitig mit abgerundeten Ecken. Das blinde Ende des Kanals ist abgerundet.

Die körperliche Axe der Schnecke (Fig. 453, 1), welche von dem Schneckenkanal umfasst wird, besteht aus schwammiger Knochensubstanz und heisst Spindel, Modiolus. Die Spindel bildet hiernach die innere Wand des spiralen Kanals. Die äussere Wand desselben ist durch die compacte Schneckenkapsel gegeben. Die obere und untere Wand wird zwischen den einzelnen Windungen durch die sogenannten Zwischenwände dargestellt. Zwischen der ersten und zweiten Windung ist diese Zwischenwand beträchtlich, verdünnt sich aber im weiteren Aufsteigen.

Der Modiolus ist an seiner dem Grunde des inneren Gehörgangs angehörigen Fläche, der Basis modioli ausgehöhlt. Diese Aushöhlung (Fig. 454, 5) heisst Fovea cochleae. Die Basis modioli enthält den Tractus spiralis foraminosus

Fig. 453. Fig. 454.

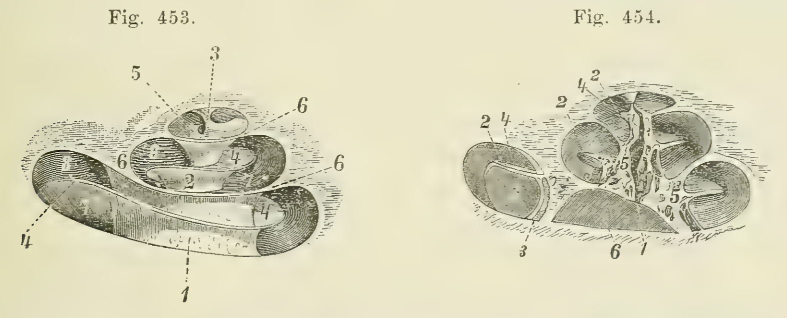


Fig. 453. Schematische Ansicht des geöffneten Schneckenkanales. $^5/_1$.

1, 1, 1, modiolus. 2, 2, 2, lamina spiralis; bei der oberen 2 das Schneckenloch sichtbar. 3, 3, 3 scala tympani. 4, 4, 4, scala vestibuli.

Fig. 454. Durchschnitt durch die Mitte der Schnecke. (Nach Arnold). $^5/_1$.

1, canalis centralis modioli. 2, 2, 2, lamina spiralis ossea. 3, 3, 3, scala tympani. 4, 4, 4, scala vestibuli. 5, poröse Knochensubstanz der Spindel. 6, fovea cochleae.

mit dem Foramen centrale cochleae. Letzteres führt in einen axialen Kanal, den Canalis centralis cochleae, welcher den der Kuppel benachbarten Theilen des Schneckenkanals die zugehörigen Nerven zuführt, während die erste Windung und ein Theil der zweiten von dem Tractus spiralis foraminosus aus versorgt wird.

Der Axentheil der zweiten Windung heisst auch mit einem besonderen Namen das Säulchen, *Columella* (Fig. 453, 454). Am Anfang der dritten

halben Windung endigt die Columella und überhaupt der Modiolus. Zwischen dem Ende der zweiten und der dritten halben Windung liegt zwar eine scheinbare Fortsetzung der Spindel bis zur Kuppel. Diese aber besteht aus einem compacten Knochenblättchen ohne Canalis centralis; es ist die Zwischenwand zwischen den genannten Windungsabschnitten, und führt den Namen Lamina modioli, Spindelblatt. Diese Zwischenwand muss aufgerichtet erscheinen und axenähnlich werden, weil die dritte halbe Windung sich nicht über, sondern neben die zweite legt. Oefter vorkommende Kanalisation der Lamina modioli (s. Fig. 454) dient nicht der Einlagerung der letzten Nervenbündel, sondern einer Vene.

Hat man die convexe Wand der Schneckenkuppel weggenommen, so blickt man in einen trichterartig erscheinenden Raum, der als Scyphus Vieussenii oder Infundibulum bezeichnet zu werden pflegt. Die weite Oeffnung des Trichters ist der Kuppel, die Spitze desselben der Columella zugewendet. Der Scyphus ist also der Raum der letzten halben, und des anstossenden Stückes der zweiten Windung.

Ein Blick auf die Aussenfläche des Modiolus (Fig. 453) lässt erkennen, dass von ihm zwei spiralig ihn umziehende Knochenblätter ausgehen. Das eine dieser Knochenblätter ist die bereits betrachtete Zwischenwand, welche die einzelnen Windungen von einander trennt. Das andere dagegen erreicht nicht die Aussenwand des Schneckenkanals, sondern erstreckt sich nur etwa bis zur Mitte des Kanals; dies ist die Lamina spiralis ossea (Fig. 453, 454, 2, 2). Sie liegt etwa in der Mitte des Abstandes der oberen und unteren Wand einer Windung und theilt den Raum des Schneckenkanals unvollständig in zwei über einander dahinziehende Abschnitte. Durch Anfügung einer häutigen Fortsetzung, der Lamina spiralis membranacea, wird die Trennung, mit Ausnahme einer einzigen Stelle, zur vollständigen. Die Lamina spiralis membranacea geht vom freien Rand der ossea aus und erstreckt sich zur gegenüberliegenden Kanalwand. Man nennt die durch die Lamina spiralis gesonderten beiden Räume des Schneckenkanals die Treppen der Schnecke, Scalae cochleae. Die eine Treppe, die obere, heisst Scala vestibuli, Vorhofstreppe; sie führt mit weiter Mündung in den Vorhof, oder geht von ihm aus (Fig. 452, oberhalb der Lamina spiralis); die andere, untere Treppe öffnet sich mit weiter Mündung durch die Fenestra rotunda in die Paukenhöhle; sie heisst darum Scala tympani (Fig. 452, unterhalb der Lamina spiralis). Von beiden Treppen ist die obere, Scala vestibuli besonders ausgezeichnet. Denn im Bereich der Lamina spiralis membranacea nimmt sie den Haupttheil des ganzen Schneckenapparates auf, unseren bereits bekannten Ductus cochlearis, der als sogenannte Scala media sich zwischen beide anderen Skalen einlegt, wie aus Fig. 455 ersichtlich ist, welche einen Querschnitt durch den Schneckenkanal darstellt. Zwischen der Scala vestibuli (SV) und Scala tympani (ST) liegt die Scala media (CC), deren besondere Verhältnisse alsbald zu betrachten sind.

Die Lamina spiralis ossea geht, wie Fig. 452, 10 zeigt, von der medialen Wand des Vorhofs aus, nahe der Ampullenmündung des hinteren Bogengangs, sowie der Fenestra rotunda. Dem Anfangstheil der Lamina spiralis ossea liegt ein Knochenplättchen gegenüber, welches den Spalt zwischen dem freien Rand der Lamina spiralis und der gegenüberliegenden Wand verengt. Dieses Knochen-

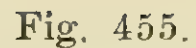


Fig. 455.

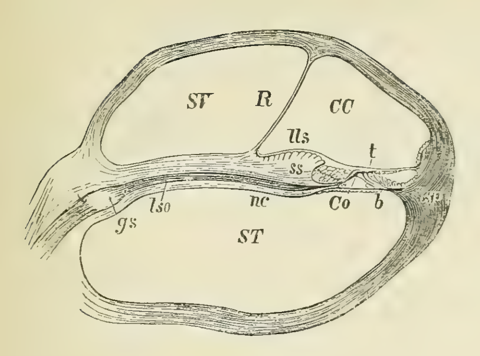


Fig. 456.

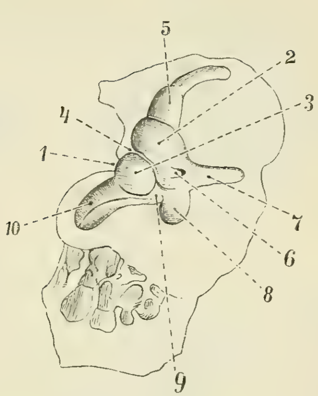


Fig. 455. Durchschnitt durch eine Schneckenwindung (Nach Henle). 30/1.

ST, Scala tympani. SV, Scala vestibuli. CC, Canalis cochleae. R, Membrana Reissneri. lso, Lamina spiralis ossea. lls, Limbus laminae spiralis. lsp, Ligamentum spirale. Von lls bis lsp, Lamina spiralis membranacea. ss, Sulcus spiralis. gs, Ganglion spirale. nc, Rami nervi cochleae. b, Membrana basilaris. Co, Organon Cortii. t, Membrana tectoria. Bezüglich der Verhältnisse von ss und t vergl. Fig. 463.

Fig. 456. Vertikalschnitt durch das linke knöcherne Labyrinth parallel der medialen Wand des Vestibulum. 2/1.

Die Höhlung des Vestibulum und der angrenzenden Theile ist eröffnet.; man sieht auf die dem Hohlraum zugekehrte Oberfläche der medialen Wand des Vestibulum. 1, Durchschnitt der Fenestra ovalis. 2, Recessus ellipticus. 3, Recessus sphaericus, vom vorigen getrennt durch die Crista vestibuli, deren Pyramis bei 4 getroffen ist. 5, Ampulle des vorderen (oberen) Bogenganges. 6, Fossula sulciformis (Apertura interna aquaeductus vestibuli); 7, Canalis communis der einfachen Schenkel der beiden vertikalen Bogengänge. 8, Ampulle des hinteren (unteren) vertikalen Bogenganges. 9, Recessus cochlearis. 10, Hohlraum der knöchernen Schnecke.

plättchen führt den Namen Lamina spiralis secundaria. Es wird in dem Masse niedriger, als es sich vom Vorhof entfernt. In der Längsmitte der ersten Windung ist es bereits verschwunden. Der Ausgangspunkt beider Laminae ist eine Stelle des Vorhofs, welche den Namen Recessus cochlearis führt [Reichert] (Fig. 456, 9). Dieser Recessus cochlearis ist ein kleines Grübchen, welches vom absteigenden Theil der Crista vestibuli und dem unteren Rand des Recessus sphaericus begrenzt wird; er dient zur Aufnahme des Anfangstheils des häutigen Ductus cochlearis. Der schmale Spalt zwischen den freien Rändern der Lamina spiralis ossea primaria und secundaria wird durch die Lamina spiralis membranacea in derselben Weise geschlossen, wie im übrigen Raum der Schnecke.

Verfolgen wir die Lamina spiralis ossea in ihrem spiralen Zuge durch den Schneckenkanal, so ist sie im Bereich der letzten halben Windung besonders gestaltet. Am Anfang der letzten halben Windung hebt sich die Lamina spiralis ossea nämlich vom Modiolus ab, von dem sie bisher ausging, und ragt als ein sichelförmiges Plättchen frei in den Hohlraum der Schnecke hinein. Dieser freie Theil der Lamina spiralis heisst Hamulus (Fig. 455, obere 2). Der convexe Rand des Hamulus sieht nach aussen, der concave Rand zur Fortsetzung der Schneckenaxe, zur Lamina modioli. Die von dem Hamulus auf diese Weise umgriffene Pforte wird auchdurch die von seinem convexen Rand ausgehende Lamina spiralis membranacea und den mit ihr verbundenen Ductus cochlearis nicht ausgefüllt. Obere und untere Treppe stehen durch diese Pforte daher in beständiger freier Verbindung, während beide ausserdem völlig von einander abgeschlossen



Fig. 457.

sind. Die Verbindungspforte führt den Namen Schneckenloch, Helicotrema; Helicotrema Brescheti (Fig. 457).

Fig. 457. Oberes Ende des Ductus cochlearis.

de, Ductus cochlearis. k, Kuppelblindsack, Lagena. h, Hamulus. t, Helicotrema Brescheti, als offene Verbindung zwischen der Scala vestibuli (welche dem Beschauer zugewendet und deren obere Wand entfernt ist), und der Scala tympani.

Von den Verbindungen des freien Randes der Lamina spiralis ossea kann erst später die Rede sein. Hier ist aber dem Angegebenen noch hinzuzufügen, dass sie nicht eine compacte Knochenplatte darstellt, sondern durch einen der Scala tympani benachbarten Spalt in zwei Tafeln geschieden ist, deren vestibulare Hälfte eine ansehnliche Dicke besitzt, während die tympanale Hälfte einen wechselnd dünnen Knochenbeleg bildet (Fig. 455). Diese Fissura spiralis begleitet die Lamina spiralis in ihrer ganzen Ausdehnung und dient zur Ueberführung der Ausbreitung des N. cochleae in sein Endgebiet, zum Ductus cochlearis. Gegen die Schneckenaxe hin ist die Fissur zu einer im Querschnitt rundlichen Höhle erweitert; in dem ihr entsprechenden Kanale findet das Ganglion des Schneckennerven seine Lage, welches, ebenfalls spiral ausgebreitet, den Namen Ganglion spirale führt (Fig. 455, gs). Der es bergende Raum heisst Canalis spiralis; seine Lage entspricht dem Margo axialis der Lamina spiralis. Zu dem Canalis spiralis ziehen natürlicherweise wiederum Kanäle (Fig. 458, 4, und kuppelwärts deren mehrere, die vom Canalis centralis cochleae ausgehen), welche zur Fossula cochleae hinführen und durch den Tractus spiralis foraminosus, sowie durch das Foramen centrale cochleae in der Fossula cochleae endigen.

Fig. 458.

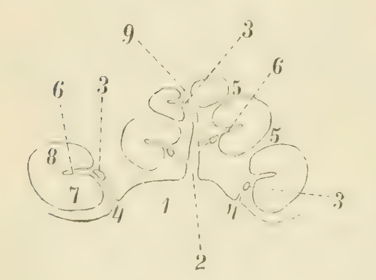


Fig. 458. Schnitt durch die Axe der Schnecke. Halbschematisch. $^4/_1$.

1, Fossula cochleae. 2, Foramen centrale cochleae, in den Canalis centralis führend. Von letzterem gehen Kanälchen nach aussen zum 3, 3, Canalis spiralis. 4, 4, Oeffnungen des Tractus foraminulentus, welche direkt zum Spiralkanal führen. 2 und 3 sind in den Modiolus eingebettet, von welchem 5, 5, die Zwischenwände und 6, 6, die Lamina spiralis ossea ausgehen. Letztere theilt den Hohlraum der knöchernen Schnecke unvollständig in eine Scala tympani (7) und Scala vestibuli (8). 9, Lamina modioli.

Am Anfangstheil der Scala tympani, im Boden derselben liegt die innere Mündung des Aquaeductus cochleae (Fig. 452, 9), welche mit trichterförmiger Erweiterung beginnt und an der äusseren hinteren Fläche der Pyramide des Schläfenbeins in der Spitze einer kegelförmigen Grube endigt, wie aus der Knochenlehre bereits bekannt ist. In geringer Entfernung von der inneren Mündung des Aquaeductus cochleae liegt eine (auf der Figur nicht dargestellte) quer verlaufende kleine Knochenleiste, Crista semilunaris, welche zur Befestigung einer die Scala tympani gegen die Paukenhöhle abschliessenden Mem-

bran in Beziehnng steht, der Membrana tympani secundaria. Am macerirten Präparate bildet die Crista gleichsam eine Schwelle zur Scala tympani.

Eine Ergänzung erfährt die Betrachtung der Hohlräume und inneren Wände des knöchernen Labyrinthes durch die Untersuchung von Ausgüssen dieser Hohlräume. Sie zeigen uns das Höhlensystem als körperliches Gebilde, dessen Oberfläche die Verhältnisse der Wände des Hohlraums in ihren gegenseitigen Beziehungen in der Weise wiedergibt, dass Vertiefungen als Erhöhungen, Vorsprünge als Eindrücke, zum Ausdruck kommen. Hierüber sind die Figuren 459, A bis C, zu vergleichen.

Fig. 459.

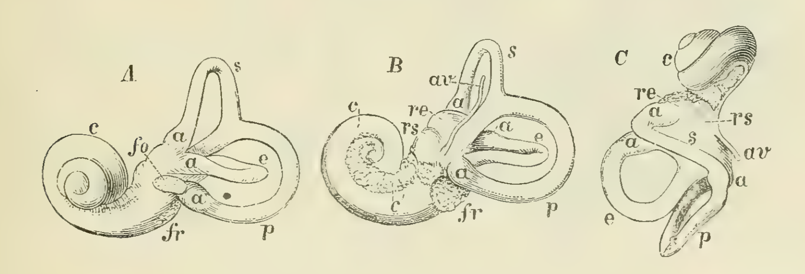


Fig. 459. Abgüsse des knöchernen Labyrinthes. (Nach einem Präparate von Claudius, von Henle). $^2/_1$.

A. Linkes Labyrinth von aussen. B. Rechtes Labyrinth von innen. C. Linkes Labyrinth von oben.

a, a, a, Ampullenenden der drei Bogengänge. s, oberer Bogengang. p, hinterer Bogengang. e, äusserer Bogengang. c, Schnecke. c', Tractus spiralis foraminulentus. fo, Fenestra ovalis. fr, Fenestra rotunda. rc, Recessus hemiellipticus. rs, Recessus hemisphaericus. av, Aquaeductus vestibuli.

Am Schlusse dieses der makroskopischen Betrachtung dienenden Abschnittes über das Labyrinth angelangt richten wir wie zur Wiederholung der bisherigen Angaben unsere Aufmerksamkeit auf die nachfolgende Figur 460, deren Verhältnisse klar sein müssen, ehe wir uns mit Vortheil der Untersuchung des feineren Baues des Labyrinthes zuwenden. Unser in Fig. 445 gegebenes Schema erfährt durch diese Figur mehrfache natürliche Ergänzungen in Einzelheiten. Eine derselben bezieht sich auf die Form des Utriculus. Der Utriculus besitzt, wie Retzius hervorgehoben hat, an seiner vorderen Wand leichte Einkerbungen und wird durch dieselben unvollständig in drei hintereinanderliegende Abschnitte getheilt. Der obere Abschnitt, welcher dem Sacculus zunächst liegt, heisst dann Recessus utriculi, der mittlere und untere Abschnitt Utriculus proprius. Bloss der erstere Abschnitt enthält die Macula acustica, deren wirkliche Lage aus der Figur erhellt. Der untere Abschnitt, welcher die Verbindung mit dem ampullaren Ende des unteren Bogengangs vermittelt, wird für sich besonders Sinus inferior genannt. Als Sinus superior gilt, wie bereits erwähnt, das Crus commune. Auch der einfache Schenkel des horizontalen Bogengangs zeigt an seiner Mündungsstelle eine Erweiterung. Besondere Beachtung verdient noch die Ausbreitung des N. acusticus, welche am besten vom quer durchschnittenen Stamm aus verfolgt wird. Das Uebrige ergibt sich aus der Figurenerklärung.

Fig. 460.

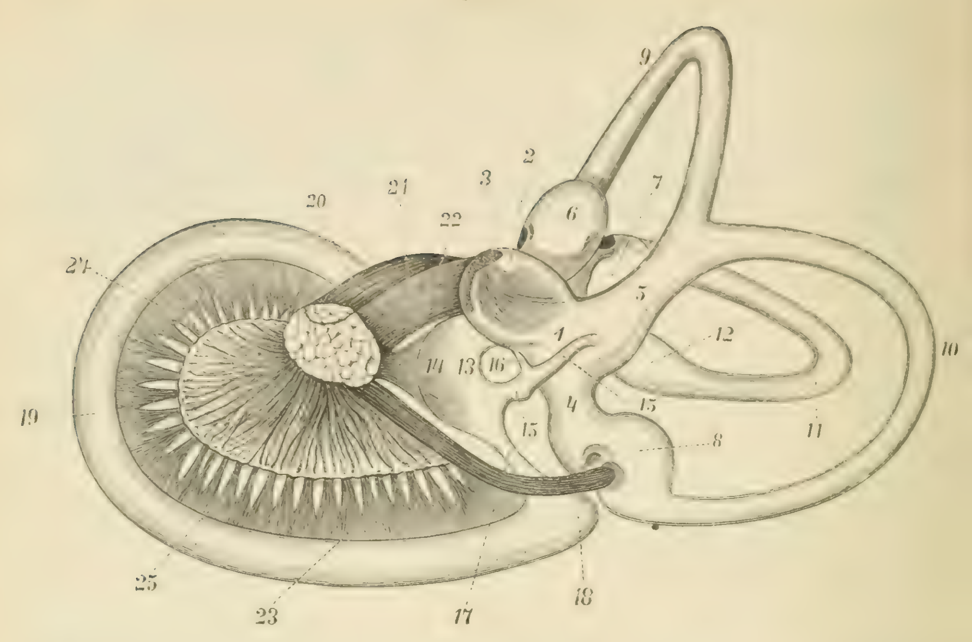


Fig. 460. Das membranöse Labyrinth des rechten Ohres eines fünfmonatlichen menschlichen Embryo von der medialen Seite gesehen. (Mit einigen geringen Modificationen nach Retzius). 10/1

1—5, Utriculus; 2, Recessus utriculi; 3, Macula acustica recessus utriculi; 4, Sinus posterior; 5, Sinus superior; 6, Ampulla anterior; 7, Ampulla externa; 8, Ampulla posterior; 9, vorderer, 10, hinterer, 11, äusserer Bogengang; 12, erweiterte Einmündung des Crus simplex des äusseren Bogenganges in den Utriculus; 13, Sacculus; 14, Macula acustica sacculi; 15, Ductus endolymphaticus; 16, Canalis utriculo-saccularis; 17, Canalis reuniens; 18, Kuppelblindsack des Ductus cochlearis; 19, Ductus cochlearis; 20, N. facialis; 21—24, N. acusticus; 21, Ramus superior (anterior); 22, Ramus sacculi; 23, Ramus ampullae posterioris; 24, Ramus cochleae. 25, dessen Ausbreitung innerhalb der Lamina spiralis ossea.

Feinerer Bau des Labyrinthes.

1) Vorhof und Bogengänge.

Die Wand der Säckchen und häutigen Bogengänge ist im Ganzen dünn und besitzt nur im Gebiet der Cristae und Maculae acusticae eine bedeutendere Stärke; an den Maculae beträgt dieselbe 0,15 bis 0,2 mm. Sie besteht überall aus einem epithelialen und einem bindegewebigen Theil. Der letztere ist gegen das Epithel durch eine glashelle Schicht, Basalmembran, abgegrenzt. Auf diese folgt eine an den verschiedenen Orten verschieden mächtige Schicht zellenhaltigen faserigen Bindegewebes, welche auch spärliche elastische Elemente enthält, die Gefässe und Nerven einschliesst, welche für die Säckchen und Bogengänge bestimmt sind, sowie die Verbindung mit der Umgebung herstellt. An den Maculae und Cristae acusticae ist die innere, an die Basalmembran grenzende Bindegewebslage sehr reich mit Kernen versehen; die äussere Lage lockert sich allmählich auf und zeigt eine netzförmige Anordnung der Bündel. An den häutigen Bogengängen ist die Basalmembran von unerwarteter Stärke; sie bildet hier den Hauptheil der Wand.

Das Epithel ist durchgehends einschichtig und im Ganzen niedrig. Nur an gewissen Stellen erhöht es sich, so insbesondere an den Maculae und Cristae

acusticae, und wird hier zum Neuroepithel. Die Enden der Cristae acusticae sind mit cylindrischem Epithel umsäumt; dadurch entstehen halbmondförmige Säume um diese Enden, die sogenannten Plana semilunata. In deren Peripherie sinkt das Epithel wieder zur Plattenform zurück. Auch in einem den Cristae gegenüberliegenden Streifen erhebt sich das Epithel zur Cylinderform. Dasselbe ist der Fall längs eines Streifens, der an der convexen Wand der Bogengänge hinzieht, in der sogenannten Raphe-Linie, welche dichtgedrängtes, schmales, wenn auch niedriges Epithel besitzt [Retzius].

Das Neuroepithel der Maculae und Cristae acusticae besteht aus zwei Zellformen, Haarzellen und Fadenzellen (Fig. 461).

Fig. 461.

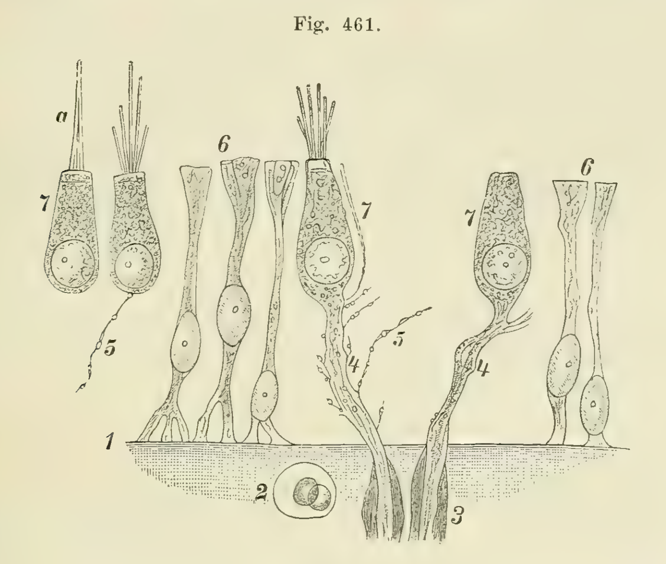


Fig. 461. Epithelzellen der Macula acustica recessus utriculi eines neugebornen Kindes. (Nach Retzius). Starke Vergrösserung.

1, Grenze des Bindegewebes gegen das akustische Epithel; 2, Blutgefäss im Bindegewebe; 3, zwei markhaltige Nervenfasern, welche in das Epithel eintreten und dort als fibrilläre, sich theilende Axencylinder (4, 4) zu den Haarzellen verlaufen; 5, 5, Nervenfibrillen mit varikösen Anschwellungen, 6, 6, Fadenzellen; 7, 7, 7, Haarzellen mit Cuticularsaum und zusammengesetzten Hörhaaren; bei a sind die Fäden des Hörhaars noch verklebt, in den übrigen Fällen isolirt; an der rechterseits gelegenen Haarzelle ist das Haar durch die Präparation verloren gegangen.

Die Fadenzellen, welche als Stützzellen aufzufassen sind, sind schmale, von der Basalmembran bis zur Epitheloberfläche emporreichende Zellen, deren oberes und unteres Ende mehr oder weniger verbreitert ist. Der Kern liegt nahe dem unteren Ende oder etwas höher. Das Protoplasma am oberen Ende enthält oft gelbe Pigmentkörnchen. Zuweilen sind die unteren Enden wurzelförmig verzweigt an der Wand befestigt; zuweilen sendet der Zellkörper auch seitliche Zweige ab. In den Maculae sind sie breiter und niedriger, in den Cristae länger und schmaler. Zwischen den Fadenzellen und durch sie getrennt liegen die

Haarzellen. Ihre rundlichen oder ovalbegrenzten freien Endflächen erreichen die Oberfläche des Epithels; ihre flaschenförmig verbreiterten, unteren, den grossen kugeligen Kern tragenden Enden reichen dagegen nie weiter herab, als bis zur halben Epithelhöhe [Retzius]. Von der freien, scheibenförmigen

Endfläche der Zellen ragt je ein, an der Basis breiteres, nach oben sich zuspitzendes Haar empor, welches an den Cristae länger ist als an den Maculae (28 : 20 bis 25 μ). Jedes dieser Hörhaare, wie man sie nennt, besteht aus einem Bündel unverzweigter feiner Fäden. In Folge der Präparation brechen die Hörhaare leicht ab, die einzelnen Fäden treten auseinander und das Hörhaar erscheint nun büschelförmig.

Die Haarzellen lösen sich mit ihren unteren Enden leicht ab; dieses untere Ende zeigt sich alsdann oft uneben und mit kleinen zerrissenen Anhängen versehen. In ihrer natürlichen Lage hängen die Haarzellen mit den Nervenfasern zusammen. Beim Durchtritt durch die Basalschicht der häutigen Wand geben die Nervenfasern ihre Markscheide ab und treten als nackte Axencylinder in das Nervenepithel ein, dringen zwischen den Fadenzellen in die Höhe und laufen entweder unmittelbar zu den gewölbten Enden der Haarzellen, oder sie biegen zur Seite und laufen eine Strecke weit an der Seitenwand der Zellen in die Höhe. Sie endigen aber gleichwohl zuletzt an den Haarzellen [Retzius]. Die Substanz der Haarzellen ist im frischen Zustand hell, nach Erhärtung erscheint sie feinkörnig; in der Nähe der Oberfläche des Zellkörpers liegen oft grössere Körnchen. Fadenförmige Gebilde im Innern der Zelle, die man für eindringende Nervenfibrillen halten könnte, kommen nicht vor. Eine endocelluläre Endigung liegt hiernach nicht vor, sondern eine pericelluläre, welche die Mitte hält zwischen jener ersteren und einer intercellulären Endigungsweise. Von Wichtigkeit ist, dass die Endigungsweise des Schneckennerven in ganz ähnlicher Weise stattfindet, wie wir alsbald sehen werden.

Otolithenmembran (Fig. 462).

Fig. 462.



Fig. 462. Otolithen der Macula acustica recessus utriculi vom Menschen. Seibert, Homogene Immersion $^1/_{12}$.

Die Otolithen sind in eine feinkörnige Masse eingelagert. In den grösseren Krystallen sieht man vielfach ein kleines centrales Kügelchen (Vacuole?) dargestellt.

Auf den beiden Maculae acusticae ruht eine dünne gallertartige Ausbreitung einer besonderen Substanz, die sogenannte Otolithenmembran. Sie besteht aus einer sehr weichen structurlosen, zu netzförmigen Zügen geordneten Substanz, an deren Oberfläche die zahlreichen kleinen, 1 bis 15 μ messenden Hörsteinchen, Otolithen, in einfacher Schicht liegen. Die Otolithen sind sechsseitige Prismen mit an den Endflächen aufsitzenden niedrigen Pyramiden (Fig. 462). Sie bestehen aus kohlensaurer und etwas phosphorsaurer Kalkerde, sowie einer in verdünnten Säuren unlöslichen Grundlage von stickstoffhaltiger Substanz. Ueber die morphologische Bedeutung der Otolithenmembran ist es schwer, Sicherheit zu gewinnen. Am meisten für sich hat die Annahme, dass man es in ihr mit einer sehr weichen Cuticularbildung zu thun hat, die von den Fadenzellen ihren Ausgang nahm und sich in der Folge von ihr abhob. Sie ist das Analogon der uns im Ductus cochlearis begegnenden Membrana tectoria.

Bei den Cristae acusticae findet sich an Stelle der Otolithenmembran ein die Hörhaare einschliessender kuppelförmiger Wulst, die sogenannte Cupula. Sie wird von manchen Autoren [Hensen, Retzius] nicht als normales Vorkommniss betrachtet, sondern als ein Gebilde, an dessen Zustandekommen die Anwendung erhärtender Flüssigkeiten betheiligt sei. Gegen diese Annahme wendet sich ein um die vergleichende Anatomie des Gehörorgans hochverdienter Forscher, Ernst Hasse, unter theilweiser Anerkennung der Gründe von Hensen und Retzius mit folgenden Worten: „Aus den Gehörhaaren allein kann selbst bei Quellung derselben die Masse der Membrana tectoria (der Cristae acusticae) nicht gebildet werden; sie ist dafür zu gross. Man muss demnach eine gerinnende Zwischensubstanz zu Hülfe nehmen. Nimmt man nun aber eine solche an, so ist es auffallend, dass diese Substanz nirgendswo sonst in dem endolymphatischen Raume vorkommt, und dass an keiner anderen Stelle als an den Cristae acusticae Gerinnungen in der Endolymphe entstehen.“ Wir können unsererseits nicht umhin, uns den Zweifeln Hasse's in dieser Hinsicht anzuschliessen und halten das Vorhandensein einer weichen Cuticula über und an den Cristae acusticae für ein normales Vorkommniss.

Papillen der Bogengänge.

Im Vorausgehenden ist bei der Schilderung der Wand der häutigen Bogengänge eigenthümlicher Erhebungen der Wand nicht gedacht worden, welche die Beobachter viel beschäftigt haben und auch uns jetzt beschäftigen sollen. Die Wand der häutigen Bogengänge des Menschen zeigt nämlich bald einzeln stehende, bald zu Gruppen vereinigte papilläre Vorsprünge von geringer Höhe, welche aus derselben Grundlage bestehen wie die Wand selbst, und von Plattenepithel bedeckt sind. Ihre Häufigkeit ist individuell etwas verschieden; nur ausnahmsweise fehlen sie gänzlich; schon bei Neugeborenen können sie vorkommen, in der Regel aber bilden sie sich erst im extrauterinen Leben aus. Am regelmässigsten werden sie an den Seitentheilen der häutigen Bogengänge gefunden, d. i. an denjenigen Stellen, an welchen die Curve des ovalen Querschnitts die schärfste Krümmung macht; aber auch an der convexen und concaven Seite des Bogengangs sind sie nicht ausgeschlossen. Sie sind zuerst von Lucae beobachtet, darauf von Voltolini, Rüdinger und Retzius genauer untersucht worden. Man kennt sie unter dem Namen Papillen oder Zotten der häutigen Bogengänge; über ihre Bedeutung aber herrscht grosses Dunkel. Vielleicht vermag uns die Entwicklungsgeschichte über diese sonderbaren Gebilde aufzuklären. Wenn wir uns nämlich daran erinnern, das häutige Labyrinth nehme von der Epidermis des Kopfes seinen Ausgang und stelle ein Stück in die Tiefe gezogener Haut der Körperoberfläche dar, so kann man sich des Gedankens nicht erwehren, jene Papillen der Bogengänge seien in Zusammenhang zu bringen mit dem Corpus papillare der Cutis und ihrem Epithel. Die Wand der Bogengänge erhebt sich in Papillen gleichsam wie in leisen Erinnerungen an ihre ursprüngliche Herkunft. Ob ihr Vorkommen nicht verbreiteter ist, als man bisher weiss, bedarf freilich noch der Untersuchung. Einer Erwähnung verdient es jedoch an dieser Stelle, dass Papillen bereits im Saccus endolymphaticus gefunden worden sind. Zur Kennzeichnung der Bedeutung dieser Papillen wird darum der Name Papillae cutaneo-acusticae als am besten gerechtfertigt

zu betrachten sein. Man wird bei jener Vergleichung auch an die kleinen Papillen des Schmelzorgans der Zähne zu denken haben, die in gleicher Weise zu erklären sind. Ja selbst die Cristae acusticae und Maculae acusticae und ebenso die Papilla acustica der Schnecke können unter diesem Gesichtspunkt betrachtet werden; sie werden dadurch weit leichter verständlich. Wir haben in den Cristae acusticae entweder eine einzige grosse Papille von ansehnlicher Höhe, in den Maculae acusticae eine solche von ansehnlicher Breite vor uns, oder, was wahrscheinlicher ist, ein ganzes Feld zusammengeflossener Papillen. Bei der Katze sind die Cristae acusticae in zwei solcher Felder zerlegt.

Befestigung der Säckchen und Bogengänge.

Wir haben zunächst noch der Befestigung der Säckchen und häutigen Bogengänge zu gedenken.

Säckchen und häutige Bogengänge sind in dem Vorhof und den knöchernen Bogengängen excentrisch befestigt. Bei den Säckchen ist es vor Allem die innere, den Grund des Meatus acusticus internus bildende Knochenwand, bei den Bogengängen die concave (entferntere) Knochenwand, an welcher die häutigen Gebilde anliegen und befestigt sind. Die Innenwand des Vorhofs und der knöchernen Bogengänge ist von einem dünnen Periost ausgekleidet. Dieses ist es zunächst, mit welchem die Säckchen und häutigen Bogengänge verbunden sind. Weder erstere noch letztere füllen jedoch den von der Beinhaut bekleideten Raum des Vorhofs und der knöchernen Bogengänge vollständig aus, sondern es bleibt zwischen dem Periost und der bindegewebigen Wand der Säckchen und häutigen Bogengänge ein ansehnlicher Raum vorhanden, der dem Angegebenen zufolge innerhalb des Bindegewebes des Labyrinthes enthalten ist; es ist dies der schon erwähnte perilymphatische Raum.

Blickt man nach Entfernung der Steigbügelplatte durch das ovale Fenster in den Vorhof, so hat man den Haupttheil des perilymphatischen Raumes des Vorhofs vor sich. Man nennt diesen Theil die Cisterna perilymphatica vestibuli. Schon Scarpa hatte Kenntniss von diesem Raum. Nach vorn setzt sich die Cisterna perilymphatica in die Scala vestibuli und in den sie enthaltenden Lymphstrom fort; durch das Helicotrema Brescheti erfolgt der Uebergang in die Scala tympani, welche gegen den Vorhof hin durch die Lamina spiralis abgeschlossen ist. Gegen die Paukenhöhle ist der Abschluss durch die Membrana tympani secundaria gegeben. Eine wichtige Verbindung nach aussen besitzt aber die Scala tympani durch den Aquaeductus cochleae. Dieser stellt einen Abflussweg nach den serösen Schädelräumen hin dar [Retzius]. Er steht nämlich in offener Verbindung mit den Subarachnoidalräumen des Gehirns, wie besonders Injectionen durch die Fenestra rotunda oder ovalis gezeigt haben.

Nach der entgegengesetzten Seite hin setzt sich der perilymphatische Raum fort in die entsprechenden Räume an der concaven Seite der Bogengänge. Er folgt ferner dem Ductus endolymphaticus bis zum Ende des Knochenkanals. Eine fernere Verbindung nach aussen besitzt der perilymphatische Raum im Gebiet der zahlreichen feinen Nervenkanäle, welche die innere Vorhofswand

durchbrechen [Schwalbe]. Auch hierdurch wird eine Verbindung mit dem Subarachnoidalraum des Gehirns hergestellt.

Zwischen der rauhen Innenfläche der Beinhaut des Vorhofes und der knöchernen Bogengänge einerseits, andererseits der Aussenfläche der Säckchen und der häutigen Bogengänge ziehen sich an verschiedenen Stellen bindegewebige Stränge hin, welche zu weiterer Befestigung der eingeschlossenen Theile dienen. Man nennt dieselben Ligamenta sacculorum und Ligamenta ductuum s. canaliculorum.

Es versteht sich von selbst, dass nicht allein alle diese Stränge, sondern sämmtliche Wände des perilymphatischen Raumes von Endothel ausgekleidet sind. Der perilymphatische Raum ist eben als ein ächter Lymphraum aufzufassen.

Aquaeductus vestibuli.

Der wichtigste Inhaltstheil des Aquaeductus vestibuli osseus wurde bereits geschildert (s. o. S. 770). Es ist dies der von Böttcher entdeckte Ductus endolymphaticus. Es wurde gezeigt, dass dieser Ductus endolymphaticus sich in ein erweitertes Endstück fortsetzt, den Saccus endolymphaticus, der auch unter dem Namen des Cotugno-Böttcher'schen Sackes bekannt ist. Ferner wurde erwähnt, dass eine Fortsetzung des perilymphatischen Raums des Vorhofs mit dem Ductus endolymphaticus zur inneren Schädelfläche gelangt. Diese Lymphbahn liegt zwischen dem Periost des knöchernen Aquaeductus vestibuli und der bindegewebigen Wandung des Ductus endolymphaticus. Hiezu kommen als weiterer Inhalt feine Gefässe. Die Gesammtheit der im Aquaeductus vestibuli osseus enthaltenen Weichtheile wird auch unter dem Namen Aquaeductus vestibuli membranaceus zusammengefasst; oder der letztere Ausdruck wird für gleichbedeutend mit Ductus endolymphaticus gebraucht.

2) Ductus cochlearis und Schnecke.

A. Ductus cochlearis (Fig. 463).

Man unterscheidet am häutigen Schneckengang, dem Ductus cochlearis, wie wir aus Früherem wissen, drei Wände, eine tympanale, eine vestibulare und eine laterale. Denkt man sich die Schnecke, wie es zum Zweck der Schilderung gewöhnlich geschieht, aufrecht stehend, ihre Basis abwärts, ihre Kuppel aufwärts gerichtet, so sind die genannten Wände als eine untere, obere und äussere zu bezeichnen.

Die beiden letzteren Wände, die obere und die äussere, zeigen einen verhältnissmässig einfachen Bau gegenüber der ersteren, deren Betrachtung wir uns zweckmässig erst dann zuwenden, wenn jene beiden bereits kennen gelernt worden sind.

a) Die vestibulare Wand, *Membrana vestibularis s. Reissneri* (Fig. 463) kennt man noch nicht sehr lange; sie wurde 1854 von Reissner entdeckt. Sie ist ein dünnes, zartes Häutchen, welches zwischen seinen beiden Befestigungslinien meist in gerader Richtung ausgespannt ist und aus einer äusseren bindegewebigen und inneren epithelialen Schicht besteht. Das Bindegewebe ist feinfaserig und verleiht der Membran ein schwach streifiges Aussehen. Die

Fig. 463

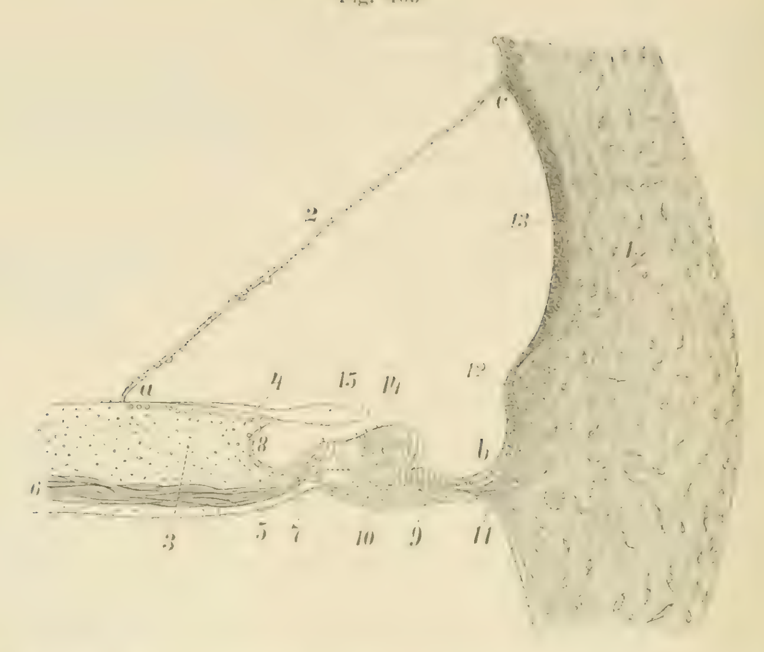


Fig. 463. Radialer Vertikalschnitt des Ductus cochlearis eines 25jährigen Manne (Nach Retzius).

1. Periost des Schneckenkanals; 2. Membrana Reissneri; 3. Limbus spiralis; 4. Crista des letzteren, oder Labium vestibulare; 5, Labium tympanicum des Sulcus spiralis (8); 6, R. basilaris; 7, Habenula p erforata; 8. Sulcus spiralis internus; 9. Membrana basilaris; 10, deren tympanale Belegschicht; 11, Ligamentum spirale; 12, Prominentia spiralis; 13, Stria vascularis; 14, Papilla spiralis; 15, Membrana tectoria. a, innerer, c, äusserer Befestigungspunkt der Membrana Reissneri; b, Sulcus spiralis externus; a, b, c, die drei Winkel des Ductus cochlearis.

Aussenfläche ist von Endothelzellen bekleidet. Innerhalb der dünnen Bindegewebslage verlaufen, beim Erwachsenen wenigstens, keine Gefässe; doch können Reste von solchen aus früherer Zeit in Spuren noch vorhanden sein. Die innere epitheliale Schicht besteht aus polygonalen Plattenepithelien in einfacher Lage. Sie enthalten häufig gelbe Pigmentkörnchen. Wie Retzius bemerkte, sind die Zellen oft zu Wirbeln angeordnet. Nicht uninteressant ist die Beobachtung desselben um die Anatomie des Gehörorgans hochverdienten Forschers, dass die Innenwand der Reissner'schen Membran bei normalem Verhalten rundliche oder traubige Vorsprünge entwickelt, oder zellenartige Gruppen kleiner rundlicher Epithelzellen. Er sagt darüber: „Hie und da trifft man denn auch stets an diesem Epithel rundliche oder traubenförmige Vorsprünge nach dem Lumen des Ganges hin, welche aus einer, zwei, oder mehreren rundlichen, körnig erscheinenden Zellen mit mehr sphärischem Kern bestehen; es sind also eigenthümliche, rundliche Epithelzellen, welche entweder mehr einzeln oder gruppenweise angehäuft von der Epitheloberfläche zottenartig hervorragen. Sie kommen in allen Windungen constant vor. Sie sind desshalb nicht als pathologische Wucherungen zu betrachten."

Ueber die Bedeutung derselben spricht Retzius sich nicht aus; allein wir können nicht anstehen, hierin eine Bestätigung für die oben ausgesprochene

Ansicht zu finden, dass in diesen zottenartigen Gebilden nichts anderes zu erblicken ist, als eine Reihe minimaler Papillae cutaneae; dass bloss das Epithel hier die Hervorragungen bedingt, hat nichts Auffallendes; denn für die Papillen der Cutis bildet das Epithel den Ausgangspunkt. Die Zotten der Reissner'schen Haut sind also den Papillen der häutigen Bogengänge und des Cotugno'schen Sackes an die Seite zu stellen.

Was die Ansatzlinien der Reissner'schen Haut betrifft, so befindet sich die eine derselben in der Nähe des freien Endes der Lamina spiralis ossea, am Anfang eines Wulstes, der das Endstück der Lamina trägt, am Anfang des Limbus oder der Crista spiralis, wie dieser Wulst genannt wird. Die entgegengesetzte Ansatzlinie (die auf dem Querschnitt des Ductus cochlearis natürlich als Punkt erscheint), befindet sich an der bindegewebigen Auskleidung, dem Periost des Schneckenkanals.

b) Die äussere Wand des Ductus cochlearis ist mit dem Periost innig verbunden und lässt keine scharfe Grenze gegen dasselbe erkennen. Sie besteht aus der oberen Ausstrahlung des (noch zu beschreibenden) Ligamentum spirale und aus einer gefässreichen, weichen gewulsteten Platte, der Stria vascularis. Die letztere ist auf ihrer inneren Fläche von dem Epithel des Ductus cochlearis überzogen.

An dem vertikalen Durchschnitt wird leicht erkannt, dass die innere Oberfläche der Stria vascularis uneben und höckerig ist, dass sie sich senkt und hebt. Besonders beständig ist ein unterer Vorsprung (Fig. 463, 12), welcher die Namen Prominentia spiralis, Crista ligamenti spiralis führt. Das Epithel der Stria vascularis ist hoch und enthält Pigmentkörner. Von den äusseren Enden der Epithelzellen dringen Fortsätze in die Stria vascularis hinein. Der Gefässreichthum der Stria vascularis ist sehr bedeutend; sie enthält insbesondere zahlreiche gewundene Capillargefässe, welche zum Theil so nahe an die Oberfläche herantreten, dass sie zwischen die Seitenflächen der Epithelzellen gelangen und insoweit eine interepitheliale Lage haben. Die Stria vascularis erinnert an die Tunica vasculosa des Auges und hat die Aufgabe, die Endolymphe des Ductus cochlearis zu liefern; sie erinnert auch an die Plexus chorioidei des Gehirns. Aber auch in anderer Hinsicht werden wir die Stria vascularis und ihre Hügel nicht vergeblich betrachten. Wir sehen in der Stria vascularis und ihren Hervorragungen, wenn wir uns der Abkunft des Ductus cochlearis erinnern und bedenken, er sei als ein Abschnitt der Cutis zu betrachten, offenbar Gefässpapillen, Papillae cutaneae vasculares, vor uns, die in ihrer Weise zu bestimmtem Zweck modificirt worden sind und natürlich auch spirale und selbst leistenförmige Ausbreitungsbezirke gewonnen haben. Bei den Vögeln sind die papillären, gefässschlingenhaltigen Vorsprünge an der Decke des Ductus cochlearis, in dem sogenannten Tegmentum vasculosum [Deiters] noch stärker entwickelt. Es ist darum gegründete Veranlassung vorhanden, die Vasculosa des Ductus cochlearis nicht einfach Stria vascularis, sondern Stria vasculosa papillaris zu bezeichnen.

c) Die untere (tympanale) Wand des Ductus cochlearis ist die an Merkwürdigkeiten reichste. An ihr ist zunächst ein innerer (der Schneckenaxe

näherer), und ein äusserer Abschnitt zu unterscheiden. Der innere Abschnitt ist gegeben durch den Limbus spiralis und das Labium tympanicum der Lamina spiralis ossea; der äussere Abschnitt wird durch die Membrana basilaris und ihre Gebilde dargestellt (Fig. 463, 3–11). Die radiale Breite beider Abschnitte ist in den verschiedenen Windungen verschieden; die ganze tympanale Wand nimmt nach der Spitzenwindung hin an Länge zu.

Der Limbus spiralis s. Crista spiralis ist für Denjenigen, der ihn zum ersten Male sieht, eines der sonderbarsten Gebilde. Selbst auf den Kenner verfehlt er nicht eine eigenthümliche Wirkung zu machen. So sagt Waldeyer: „Die Crista spiralis hat den bisherigen Bearbeitern der Schnecke nicht wenig Schwierigkeiten gemacht, Schwierigkeiten, die meines Erachtens zum Theil in der sonderbaren Form der hier vorliegenden Gebilde, vorzugsweise aber in der eigenthümlichen Verknüpfungsweise der beiden Hauptgewebstypen der Schnecke, der Bindesubstanz und des Epithels liegen, die hier in einer Art miteinander verbunden sind, wie sie sonst nirgends im Organismus wiederkehrt." Ferner: „Ueber die physiologische Bedeutung dieses sonderbaren Gebildes haben wir nicht einmal eine Vermuthung, wenn wir nicht annehmen wollen, dass es der Membrana tectoria zur Stütze da sei."

Sehen wir uns also den Limbus spiralis genauer an, so bildet derselbe im Ganzen einen dem äusseren Endstück der Lamina spiralis ossea aufgesetzten Wulst, welcher in den Raum der Scala media vorspringt und lateralwärts einen scharfen überhängenden Kamm entwickelt, welcher als eigentliche Crista des Limbus erscheint (Fig. 463). Man nennt dieses zugeschärfte Ende das Labium vestibulare der Lamina spiralis; tympanal- und auswärts von ihm liegt das Labium tympanicum der Lamina spiralis. Die zwischen beiden Vorsprüngen liegende Bucht stellt den Sulcus spiralis (internus) dar.

Betrachtet man den Limbus spiralis von seiner oberen (vestibularen) Fläche Fig. 464, so zeigt sich die Crista spiralis, wie wir den scharfen Vorsprung des Limbus besonders nennen wollen, durch tief einschneidende,

Fig. 464.

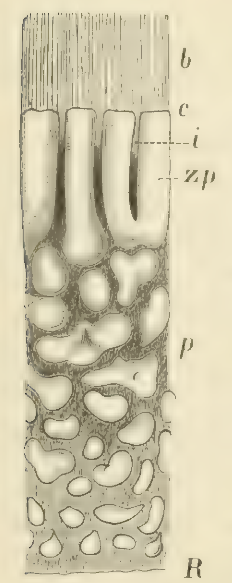


Fig 464. Ein Stückchen des Limbus spiralis von oben betrachtet, in ganzer radialer Ausdehnung.

R, Anheftungslinie der Membrana Reissneri am Limbus spiralis; p, Papillen des Limbus spiralis mit den interpapillaren Gängen; zp, zahnartige Papillen, Huschke's Gehörzähne; i, interdentale Furchen; c, vorderes, schneidendes Ende der Zahnreihe, eigentliche Crista spiralis; b, Lamina basilaris; vom Epithel befreit und mit feinen radialen Furchen versehen.

einander annähernd parallele Furchen in einzelne Abtheilungen von ungefähr gleicher Länge gebracht, welche von Huschke mit gutgewählter Bezeichnung den Namen Gehörzähne erhalten haben. Denn die betreffenden Gebilde gleichen in der That einer gewaltigen Zahl neben einander aufgerichteter Schneidezähne. Einwärts, gegen die Schneckenaxe hin, setzen sich die Zähne in eine Anzahl länglicher oder rundlicher, oft eigenthümlich glänzender Gebilde fort, welche nichts anderes sind, als Vorsprünge der Substanz des Limbus (Fig. 464, p). Zwischen den Vorsprüngen liegen Fur-

chen, welche im Bereich der Huschke'schen Gehörzähne interdentale Furchen genannt werden und im Bereich der übrigen Vorsprünge interpapilläre Furchen zu nennen sind. Diese Furchen sind mit kleinen Zellen ausgefüllt, welche dicht aneinander liegen, an den Vorsprüngen aber nicht fehlen, sondern auf sie hinaufsteigen, hier aber sich bedeutend abplatten. So ist die ganze obere Fläche des Limbus von theils kleinen, eng zusammenliegenden, theils abgeplatteten Zellen in einfacher Lage bedeckt. Ihre Grenzen können durch Silbernitrat deutlich gemacht werden [W. Krause, Retzius]. Es ist klar, dass wir in diesen Zellen Epithelien des Ductus cochlearis vor uns haben. Das Epithel der Membrana Reissneri setzt sich von hinten her unmittelbar in das Epithel des Limbus spiralis fort.

Das unter dem Epithel liegende Gewebe des ganzen Limbus spiralis ist ein sehr derbes, faseriges Bindegewebe, in welchem spindelförmige Zellen in ansehnlicher Zahl vorkommen; die Ausläufer dieser Zellen verzweigen sich zum Theil und senden ihre Fortsätze nach verschiedenen Richtungen. Einzele Blutgefässe können bis gegen die Oberfläche dringen, doch ist dies nur selten der Fall. Zuweilen werden Kalksalze, in unregelmässigen Plättchen abgelagert, in diesem Gewebe vorgefunden. Selbst Verknöcherung kommt vielleicht bei manchen Thieren vor (bei der Fledermaus, Waldeyer). In Folge seiner bindegewebigen Beschaffenheit beim Menschen und den meisten Säugethieren ist der Limbus spiralis an macerirten Felsenbeinen geschwunden, die Lamina spiralis wird von ihm entblösst angetroffen. Nach unten setzt sich der Limbus unmittelbar in das Knochengewebe der Lamina spiralis fort, soweit ein solches vorhanden ist.

Das Gewebe des Limbus wird dem Angegebenen entsprechend nicht selten als osteogenes und osteoides Gewebe bezeichnet; das Wesentliche ist, es liegt ein derbes Bindegewebe mit Bindegewebszellen vor. Dieses ist vestibularwärts vom Epithel des Ductus cochlearis bekleidet, tympanalwärts geht es in das Knochengewebe der Lamina spiralis über. Wichtiger ist es, wahrzunehmen, was man denn in diesem Limbus zu erkennen habe und wie seine Gebilde zu deuten seien. Dies zu entscheiden kann uns auf entwicklungsgeschichtlicher Grundlage nicht mehr schwer fallen; wir haben einen überraschenden Reichthum verschiedenartiger Hautpapillen vor uns, deren vorderste Reihe die Gestalt von Zähnen, Huschke'schen Gehörzähnen annahm; die übrigen sind Papillen von mehr gewöhnlicher Art oder gehen von den Zähnen aus rückwärts in solche allmählich über. Wie die Hautpapillen aus Bindegewebe und Epithel bestehen, so auch hier, in dem abgetrennten Abschnitt der Haut. Was die Gehörzähne im Besonderen betrifft, so sind auch sie mit Epithel bekleidet. Wäre das übrige Gewebe der Gehörzähne und -Papillen wirkliches Knochengewebe, so wäre die Vergleichung mit wirklichen Zähnen durchaus naheliegend; denn das Dentin des Zahns, das Zahnbein ist nur eine besondere Form des Knochengewebes; der Schmelz gehört dem Epithel an; wir würden in den Gehörzähnen alsdann eine einfachere Form von wirklichen Zähnen vor uns haben. Hierauf kommt es indessen weniger an. Das Wichtige ist, dass die sonderbaren Gebilde des Limbus spiralis durch die Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte durchaus verständlich erscheinen. Damit verlieren zugleich die Gehörzähne sehr viel von ihrer Sonderbarkeit; wir wissen, sie seien Hautpapillen homolog. Der Reichthum an Papillen des Limbus spiralis ist sehr beträchtlich; denn allein

an Gehörzähnen sind in dem Ductus cochlearis gegen 7000 enthalten. Diese Zahl darf aber ungefähr zehnfach genommen werden, wenn die Summe sämmtlicher Papillen des Limbus angegeben werden soll.

Die Reissner'sche Membran zeigte uns schwache epitheliale Papillen; die laterale Wand des Ductus cochlearis zeigte uns ein Lager von Gefässpapillen, die mit Epithel überkleidet sind; die tympanale Wand des Ductus cochlearis setzt die Papillenbildung in ungeahnter Weise fort; es ist darum am Platze, den Limbus spiralis in dieser Hinsicht zu kennzeichnen und ihn Limbus papillosus s. dentifer zu nennen. Fügen wir gleich hinzu, dass die vielhöckerige Oberfläche des Ductus cochlearis auch der Nervenpapille nicht entbehrt, so ist das Bild, welches wir uns von dem Ductus cochlearis zu entwerfen haben, beendigt. Bevor wir aber die Papilla spiralis nervea ins Auge fassen, haben wir noch des Sulcus spiralis kurz zu gedenken, d. i. derjenigen Furche, welche zwischen dem Labium vestibulare und dem Labium tympanicum der Lamina spiralis gelegen ist (Fig. 463).

Der Sulcus spiralis und das Labium tympanicum, welche noch dem inneren Abschnitt der tympanalen Wand des Ductus cochlearis angehören, sind von dem Epithel des Ductus cochlearis bekleidet, welches von der Crista aus auf den Sulcus übergeht und andererseits sich in das Epithel des Labium tympanicum, sowie der Membrana basilaris fortsetzt. Unterhalb des Epithels des Labium tympanicum liegt eine dünne Fortsetzung desselben derben Bindegewebes, welches dem Limbus spiralis zukommt; dann folgt die periostale Fortsetzung der Lamina spiralis ossea mit ihren beiden Blättern, welche die peripheren Bündel des N. acusticus zwischen sich fassen.

Die bindegewebigen Bestandtheile der Lamina spiralis ossea und des Limbus spiralis setzen sich nun nach aussen unter Verdünnung fort in die Membrana basilaris s. Lamina spiralis membranacea. Das Endstück des Labium tympanicum ist in seinem Uebergang zur Membrana basilaris ausgezeichnet durch zahlreiche, in einfacher Reihe nebeneinanderliegende Durchbrechungen, welche dem Durchtritt der Faserbündel des N. acusticus dienen. Die Durchbrechungen haben darum den Namen Foramina nervina. Sie sind von ovaler Form, ihre längere Axe ist radial, d. h. in der Richtung des Durchmessers der Windungen gestellt. In der ganzen Länge des Ductus cochlearis finden sich gegen 4000 solcher Foramina nervina vor. Die ganze Aufreihung der Foramina nervina führt den Namen Habenula perforata [Kölliker]. Unmittelbar vor dem Eintritt in die Foramina nervina verlieren die feinen Bündel des Acusticus ihr Nervenmark; sie verhalten sich hierin ebenso, wie die Bündel des N. opticus im Bereich der Lamina cribrosa der Sclera.

Die Membrana basilaris hat ihre innere Ursprungslinie, wie gesagt, am Labium tympanicum der Lamina spiralis; mit ihrem äusseren Ende verbreitert sie sich wiederum und strahlt in die Substanz des bereits erwähnten Ligamentum spirale aus. Zwischen beiden Ansatzlinien ist sie straff ausgespannt.

Die Lamina basilaris besteht aus der eigentlichen Membran und einer tympanalen Belegschicht. An jener unterscheidet man am besten eine innere, dem Labium tympanicum zugewendete, und eine äussere, dem Lig. spirale zugewendete Abtheilung. Die innere Zone reicht vom Labium tympanicum bis zur Ansatzstelle der (noch zu betrachtenden) äusseren Pfeiler (Fig. 464; 465). Sie ist

dünn und in radialer Richtung fein gestreift. Die äussere Zone, von den äusseren Pfeilern sich bis zum Ligamentum spirale erstreckend, zeigt drei Lagen: eine mittlere homogene, und zwei sie zwischen sich fassende Faserlagen. Die Fasern der unteren Schicht sind dicker, stärcker lichtbrechend und treten deutlicher hervor; sie haben cylindrischen Querschnitt. In der Gegend des Ligamentum spirale verliert sich die homogene Schicht und beide Faserlagen gehen in das Bindegewebe des Ligamentum spirale über. Die untere Faserlage gewährt der ganzen Zone bei Oberflächenbetrachtung ein kammartig gestreiftes Ansehen; man nennt darum die äussere Zone der Membrana basilaris auch Zona pectinata. In den Faserschichten werden an zerstreuten Stellen längliche Kerne wahrgenommen.

Was die tympanale Belegschicht der Membrana basilaris betrifft, so zeigt sie zwei Lagen: eine der unteren Faserlage anliegende feine homogene, und eine aus wenigen Schichten bestehende Lage von protoplasmatischen Bindegewebszellen, die nichts anderes darstellen, als einen Rest des die Skala tympani im embryonalen Leben ausfüllenden Bindegewebes. Dieser Lage entspricht in der Scala vestibuli das Endothel der Reissner'schen Haut. Die genannten protoplasmareichen Zellen haben ovale Kerne und entwickeln in spiraler Richtung auslaufende, protoplasmatische Fortsätze. In diesem Zellenstratum liegt etwas auswärts vom Labium tympanicum ein capillares Gefäss, Vas spirale, welches dem ganzen Ductus cochlearis entlang zieht. Man nennt das Gefäss auch Vas spirale internum, im Gegensatz zu einem in der Prominentia spiralis enthaltenen Vas spirale externum.

Das äussere Ende der Membrana basilaris ist, wie oben erwähnt wurde, am Ligamentum spirale befestigt. Letzteres stellt einen spiralen, auf dem Querschnitt halbmondförmigen Bindegewebsstreifen dar, welcher mit seiner convexen Aussenfläche und seinen zugeschärften Enden in das Periost des Schneckenkanals unmittelbar übergeht.

Die vestibulare Fläche der Membrana basilaris trägt das zugehörige Epithel des Ductus cochlearis, welches an der inneren Zone (Zona nervea) der Basilarmembran sich zum Neuro-Epithel, zur Papilla acustica s. nervea, zum Corti'schen Organ entwickelt hat. Hier ist die Stelle, an welcher die Endausbreitung des Ramus cochlearis N. acustici stattfindet.

Die einzelnen Theile der Papilla acustica (Fig. 465) des Ductus cochlearis bestehen aus mehr oder weniger umgeformten Cylinderepithelzellen und den mit einem Theil derselben in Verbindung tretenden Nervenfasern. Die verschiedenen hier in Betracht kommenden Zellen und Zellenabkömmlinge sind: Die Haarzellen, die Corti'schen Pfeilerzellen, die Deiters'schen und die Hensen'schen Stützzellen, die Membrana reticularis und die Membrana tectoria s. Cortii. Die beiden letzteren Gebilde sind cuticulärer Art.

1) Die Corti'schen Pfeiler oder Pfeilerzellen zerfallen in innere und äussere, Innenpfeiler und Aussenpfeiler. Die einen wie die anderen haben den Werth von Zellen; ein Theil des Zellenleibes hat sich zu einem starren, pfeilerartigen Gebilde (Bogen, Bogenfaser) entwickelt, ein anderer Theil des Zellenleibes blieb von dieser Umwandlung frei, umhüllt als feiner Beleg den Pfeiler und bildet am basalen Ende eine grössere Ansammlung, welche den Kern trägt. Letztere Protoplasma-Ansammlung heisst auch Bodenzelle. Die Innenpfeiler

Fig. 465.

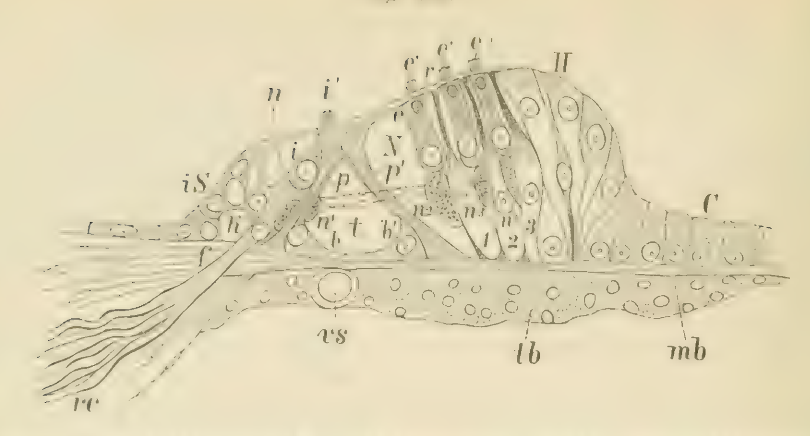


Fig. 465. Papilla acustica des Ductus cochlearis, im Quer- oder Radialschnitt. (Nach Retzius).

rc, Ramus cochlearis. f, Foramen nervinum der Habenula perforata, zum Durchtritt eines Bündels des R. cochlearis. mb, Membrana basilaris. tb, tympanale Belegschicht der Membrana basilaris. vs, Vas spirale. iS, innere Stützzellen, die nach links in das Epithel des Sulcus spiralis internus übergehen. p, innerer Pfeiler mit seiner Belegschicht und der inneren Bodenzelle (b), p', äusserer Pfeiler mit seiner Belegschicht und der äusseren Bodenzelle (b'). 1, 2, 3, Deiters'sche Stützzellen mit ihrem zur Papillenoberfläche gelangenden Phalangenfortsatz, welcher sich an der Lamina reticularis befestigt. r, Lamina reticularis. H. Hensen'sche Stützzellen, welche nach rechts an Höhe abnehmen und in die Claudius'schen Zellen des Sulcus spiralis externus übergehen. C. Claudius'sche Zellen. k, Epithelzellen der sogenannten Körnerschicht. i. innere Haarzelle, deren oberes Ende vom inneren Pfeilerkopf seitlich verdeckt ist. i', Haare der inneren Haarzelle. e, äussere Haarzelle. e', e', e', die Haare der drei äusseren Haarzellen. n, n^1 bis n^4, die verschiedenen querdurchschnittenen Spiralstränge der Nervenausbreitung. Von n^1 zu n^2 erstreckt sich der Tunnelstrang als radiales Faserbündel. t, Tunnelraum. N, Nuel'scher Raum.

erheben sich unmittelbar jenseits der Habenula perforata von der vestibularen Fläche der Membrana basilaris in einfacher, den ganzen Ductus cochlearis durchziehenden Reihe. Sie stehen nicht senkrecht, sondern sind mit ihrem oberen Ende auswärts geneigt. Die in einiger Entfernung von den Innenpfeilern auf der Lamina basilaris ruhenden Aussenpfeiler erheben sich ebenfalls schräg aufsteigend, und treten an dem oberen Ende mit den Innenpfeilern in Verbindung. So bilden die Reihen der Innen- und Aussenpfeiler einen Bogen, den Arcus spiralis, und überbrücken einen dreiseitig begrenzten Raum, den Tunnelraum.

Die Innenpfeiler sind, abgesehen von ihrem protoplasmatischen Theil, starre Bänder, deren breite Flächen dem Tunnel zugekehrt sind. Sie bestehen aus der Fussplatte, dem Körper, dem Kopf (Gelenkende) und der Kopfplatte (Deckplatte). Die rechteckige Fussplatte haftet fest auf der Membrana basilaris. Das kolbig verdickte Kopfende ist aussen halbkugelförmig ausgehöhlt. Diese Pfanne dient zur Aufnahme des Gelenkkopfs des Aussenpfeilers. Die Deckplatte ist sehr dünn, lang, rechteckig und liegt der Membrana basilaris ungefähr parallel; sie trägt an ihrer Unterfläche eine Längsfurche zur Aufnahme des Ruders des Aussenpfeilers. Der Kopfplatte gegenüber entsenden die Pfeilerköpfe je einen kleinen absteigenden Fortsatz nach innen, der zwischen die freien Enden zweier Haarzellen zu liegen kommt. Die Pfeilerköpfe und Kopfplatten liegen mit ihren Seitenflächen sehr dicht beisammen, ebenso die Fussplatten; zwischen den Körpern der Pfeiler bleiben dagegen Spalten frei, die interpilären Spalten. Die Substanz der Pfeiler ist längsstreifig, es sind Fasern in ihnen enthalten;

auch die Kopfplatten zeigen deutlich längsfaserige Beschaffenheit. Wasser und Alkalien zerstören die Pfeiler bald, Säuren dagegen wiederstehen sie beträchtlich. Die Bodenzelle liegt in dem spitzen Winkel zwischen dem Körper und der Membrana basilaris.

Die Aussenpfeiler beginnen ebenfalls mit einer langen, radial gestellten Fussplatte, die an der Membrana basilaris weit auswärts von den Innenpfeilern haftet; sie haben ferner einen Körper, einen Kopf (Gelenkende) und einen an diesen eingelenkten Fortsatz, das Ruder. Die Aussenpfeiler sind etwas länger und breiter als die Innenpfeiler; sie sind zugleich in geringerer Zahl vorhanden, so dass auf vier Innen- nur drei Aussenpfeiler kommen. Der Körper ist drehrund, dünner als die Breite der Innenpfeiler und leicht S förmig gebogen. In Folge der geringen Breite sind die interpilären Spalten weiter. Die viereckigen Köpfe liegen dicht beieinander. Die innere, dem Innenpfeiler zusehende Fläche ist convex gebogen und in die entsprechende Aushöhlung von zwei oder drei inneren Pfeilerzellen eingelenkt. Die äussere Fläche ist dagegen von unten nach oben leicht ausgehöhlt. In der Mitte des Aussenrandes jedes Kopfes ist ein schmaler, vorn sich zungen- oder ruderförmig verbreiternder Fortsatz eingelenkt, das Ruder oder die Phalanx erster Reihe; sie liegt der Membrana basilaris parallel. Die Köpfe der Aussenpfeiler werden überdeckt und überragt von den dünnen Kopfplatten der Innenpfeiler, welche auch den hinteren Theil des Ruders noch bedecken. Der vordere Theil des Ruders liegt dagegen frei. Da die Zahl der Aussenpfeiler geringer ist, als die der Innenpfeiler, so zeigt nicht jede Deckplatte der Innenpfeiler eine Furche zur Aufnahme des Ruders. Die Bodenzellen der äusseren Pfeiler liegen den Bodenzellen der Innenpfeiler gegenüber und nehmen ebenfalls den spitzen Winkel ein zwischen dem Pfeilerkörper und der Membrana basilaris.

2) Die Deiters'schen Zellen.

Mit den Pfeilerzellen ist der stützende Apparat der Papilla nervea noch nicht vollständig. Nach aussen folgen ihnen zunächst, durch einen Zwischenraum davon getrennt, die Deiters'schen Zellen, die ebenfalls zum stützenden Apparate gehören (Fig. 465; 466). Sie beginnen an der Membrana basilaris mit

Fig. 466.

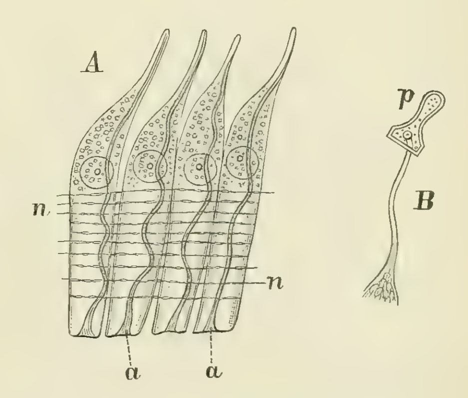


Fig. 466. Deiters'sche Zellen des Kaninchens aus der Spitzenwindung, in Längsansicht (Nach Retzius).

A. Die Phalangenplatten sind abgetrennt und in B dargestellt. In allen Deiters'schen Zellen ist der die Zelle durchlaufende Faden (a) erkennbar; spirale Nervenfasern (n) laufen in querer Richtung über die Zellen.

B. p, Phalangenplatte an dem Phalangenfortsatz (B) der Deiters'schen Zellen.

kleinen sechseckigen Fussflächen, steigen alsdann unter Zunahme ihres Querschnitts schräg empor und gehen jenseits der Mitte ihrer Länge unter Verjüngung

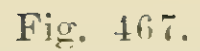
in einen Fortsatz über, den Phalangenfortsatz, welcher mit einer Phalanx der Lamina reticularis in Verbindung tritt; oder es ist, wie Hensen zuerst gefunden hat, die Phalanx die verbreiterte obere Endfläche der bezüglichen Deiters'schen Zelle selbst. In dem dickeren mittleren Theil des Zellleibes, der sich durch körnige Beschaffenheit seines Protoplasma auszeichnet, liegt der kugelige Kern. Das körnige Protoplasma setzt sich auch in den Phalangenfortsatz der Zelle fort. Das untere Ende der Deiters'schen Zellen besteht dagegen aus einer sehr hellen und nur schwach körnigen Substanz. Jede Deiters'sche Zelle zeigt sich ferner mit einem glänzenden, ihre ganze Länge durchziehenden, in den Phalangenfortsatz eintretenden Faden ausgestattet, der an der Basis der Zellen mit einer kleinen, von der Membrana basilaris ausgehenden Fussplatte beginnt und nun in der Zelle aufsteigt, indem er der vorderen Fläche der Zelle anliegt. Die Untersuchung und Deutung dieser Fäden hatte bis in die jüngste Zeit herein viele Schwierigkeiten verursacht. Es ist das Verdienst von Retzius, die schwebenden Streitigkeiten in obigem Sinne erledigt zu haben. Der Faden der Deiters'schen Zellen stellt ein Umwandlungsproduct ihres Protoplasma dar. Durch diese Erfahrungen stellen sich auch engere Beziehungen der Deiters'schen Zellen zu den Pfeilerzellen heraus, als man es ehedem erwarten konnte. Steht nicht dieser Retzius'sche Faden, wie wir ihn nennen wollen, in einer ähnlichen Beziehung zu den Deiters'schen Zellen, wie die in den Pfeilerzellen eingeschlossenen Bogen zu den Pfeilerzellen? Beide aus dem Protoplasma der Zellen hervorgegangenen Fäden sind stützende, auf die Festigkeit des Apparates abzielende Einrichtungen. Der Retzius'sche Faden erscheint seiner Zelle gegenüber wie ein Pfeilerfaden; der Bogen der Pfeilerzellen stellt ein ähnliches Gebilde dar, nur ist er in weit stärkerem Grade zur Entwicklung gelangt, wie es das Bedürfniss erforderte. Auch die Deiters'schen Zellen stellen sonach Pfeilerzellen dar, wenn auch solche von schwächerer Ausbildung, als die gewöhnlich so genannten.

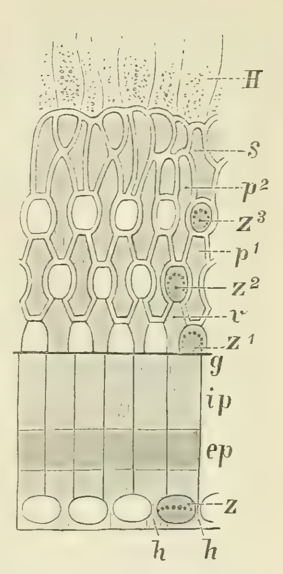
3) Die Membrana reticularis.

Im Anschluss an die Schilderung der Pfeiler- und Deiters'schen Zellen ist hier ein dritter Theil des stützenden Apparates ins Auge zu fassen, die zierliche, als ein Cuticulargebilde zu betrachtende Membrana s. Lamina reticularis cochleae. Sie liegt wie ein feines, aus einzelnen Gliedern zusammengesetztes Netz auf der Papilla nervea, mit Lücken, welche die freien Enden der äusseren Haarzellen aufnehmen und in fester Lage erhalten helfen. Sie besteht aus den Phalangen erster, zweiter, dritter und vierter Reihe, wenn wir die oben erwähnten Ruder der Aussenpfeiler als Phalangen erster Reihe betrachten. Ueber die Verhältnisse der Membrana reticularis geben besonders die Figuren 465 und 467, von welchen letztere eine Flächenansicht dieser Membran darstellt, Aufschluss. Die mittleren Theile der Phalangen sind sehr dünn und durchscheinend; die Ränder dagegen sind stärker und geben sowohl der einzelnen Phalanx, als auch durch ihre gegenseitigen Verbindungen der ganzen Platte einen stärkeren Halt. An die unteren Flächen der Phalangen und zwar an ihren inneren breiteren Theil setzen sich die Phalangenfortsätze der Deiters'schen Zellen an und gehen in dieselben über. Die Phalangenfortsätze neigen sich dabei in der Richtung nach der Schneckenkuppel hin zur Seite, kreuzen je die benachbarte äussere Haarzelle spitzwinkelig und setzen sich nunmehr an der genannten Stelle fest.

Fig. 467. Ein Stückchen Lamina reticularis (von g bis s) nebst den Kopfplatten der Pfeilerzellen.

H, obere Endflächen der Hensen'schen Stützzellen. s, Schlussrahmen p¹, p², Phalangen zweiter und dritter Reihe. r, Ruder der Aussenpfeiler, Phalangen erster Reihe. z¹, z², z³, äussere Haarzellen, freie Endflächen derselben mit den Haarlinien und Haaren (Stäbchen). g, äussere Grenze der Kopfplatten der Innenpfeiler. ep, Köpfe der äusseren Pfeiler. z, innere Haarzelle. h, hinterer Schlussrahmen, welcher von den zwischen den inneren Haarzellen liegenden hinteren Fortsätzen der Innenpfeiler und ihren gegenseitigen Verbindungen gebildet wird. Die Mehrzahl der Lücken ist von den Haarzellen befreit. (Mit Benützung einer Figur von Retzius).





Die Gestalt der Phalangen hat im Allgemeinen Achter- oder Bisquitform; jedoch kommen mancherlei kleine Abweichungen vor, indem die Einbiegung sich vermindern oder vermehren kann u. s. w. Jenseits der Haarzellen dritter Reihe liegen an Stelle der Phalangen kleine polygonale Plättchen, welche den sogenannten Schlussrahmen der Lamina reticularis bilden. Ihr Randfaden ist schwächer ausgesprochen, oder er fehlt. An die Plättchen des Schlussrahmens treten die oberen Enden der dritten (äusseren) Reihe der Deiters'schen Zellen heran. Jenseits des Schlussrahmens sind in den Figuren die Grenzen der alsbald zu betrachtenden Hensen'schen Zellen gezeichnet.

4) Die inneren und äusseren Haarzellen.

Die inneren Haarzellen (Fig. 465, i; 467, z) liegen in einfacher Reihe der vestibulären Fläche der Innenpfeiler auf. Sie sind etwas kürzer, als die äusseren Haarzellen, haben ein breites, abgerundetes, den grossen kugeligen Kern einschliessendes unteres Ende und werden an ihren freien ovalen Endflächen seitlich und innen von den Fortsätzen umfasst, welche die Köpfe der Innenpfeiler nach innen entsenden. Indem diese Fortsätze an ihren freien Enden durch einen feinen Schlussstreifen sich untereinander verbinden, entstehen zahlreiche Rahmen, welche die freien Endflächen der inneren Haarzellen rings umschliessen. Die inneren Haarzellen sind so breit, dass ihrer zwei etwa auf drei Innenpfeiler kommen. Der Zellkörper ist im frischen Zustand feinkörnig, nimmt aber im erhärteten Zustand meist eine stärkere Körnung an. Auf der ovalen Endfläche (Endscheibe) erheben sich in einem der langen Axe entsprechenden auswärts leicht concaven Bogen, der Haarlinie, die Haare oder Stäbchen in einfacher Reihe, nicht in zerstreuter Anordnung [Retzius]. Auf jede Zelle kommen etwa zwanzig Stäbchen. Dieselben sind gleich lang, cylindrisch, starr, glänzend und stehen senkrecht auf der Endscheibe, welche letztere in der Ebene der Papillenoberfläche gelegen ist, zur Längsaxe der Zelle also nicht senkrecht steht. Die Stäbchen der inneren Haarzellen sind regelmässig ein und ein halbes Mal so lang, als die Stäbchen der äusseren [Retzius]. Das kolbig verdickte untere Ende der inneren Haarzellen reicht nicht bis zur Membrana basilaris herab, sondern endigt etwa in halber Pfeilerhöhe. Während die äussere Fläche der inneren Haarzellen dem Innenpfeiler anliegt, treten zu ihrer inneren Fläche und zu ihrem unteren Ende die Epithelzellen des Sulcus spiralis heran. Man nennt dieselben innere Deckzellen. Dieselben sind hier in mehrfacher Schicht vorhanden. Die tiefere Schicht zeigt sich in eigenthümlicher Weise

umgebildet zu sternförmigen Zellen, deren Deutung noch Zweifeln unterliegt; man nannte diese Schicht auch schon Körnerschicht [Böttcher, Waldeyer]. Wahrscheinlich sind es nur modificirte Deckzellen, ohne dass sie eine innere Beziehung zu den Nervenfasern der Umgebung eingehen.

Die äusseren Haarzellen (Fig. 465, e; Fig. 467, z^1, z^2, z^3; Fig. 468) liegen zwischen den äusseren Pfeilerzellen und den Deiters'schen Zellen und stimmen in vielen Merkmalen mit den inneren Haarzellen überein. Sie stehen ungefähr senkrecht zur Oberfläche der Papille, während sie mit der Membrana basilaris einen einwärts offenen spitzen Winkel bilden. Das obere Ende ist in je eine der ringförmigen Oeffnungen der Lamina reticularis eingefügt und darin innig befestigt. Der Körper der äusseren Haarzellen ist im frischen Zustande hell, durchsichtig, von cylindrischer, in der unteren Hälfte gewöhnlich etwas ausgebauchter cylindrischer Gestalt. Die Seitenflächen sind scharf begrenzt, die Randschicht des Protoplasma zeigt eine schwache Körnung. In der unteren Hälfte liegt der

Fig. 468.

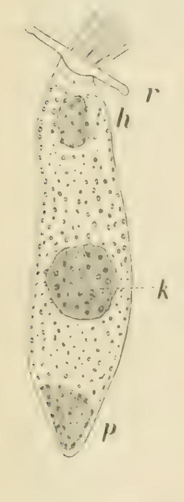


Fig. 468. Eine äussere Haarzelle bei starker Vergrösserung. p, unteres stärker gekörntes Ende (p); k, Kern; h, Hensen'scher Körper; r, Lamina reticularis.

grosse kugelige Kern, in der oberen Hälfte ein eigenthümlicher dunkler, ovaler oder rundlicher Körper, der Hensen'sche oder Spiralkörper. Seine Substanz ist körnig und anscheinend von einem hellen Spiralfaden umwickelt; doch bestehen hierüber noch Zweifel. Um den Zellkern liegt körniges Protoplasma, welches sich bis zum unteren Zellenende fortsetzt. Das untere Zellenende ist stark abgerundet und zeigt nicht selten einen oder einige zugespitzte, starke lichtbrechende kleine Aufsätze, die nach unten oder nach der Seite hin abgehen [Retzius]. Das untere Zellenende reicht nicht bis zur Membrana basilaris herab, sondern erstreckt sich bloss bis zu jener Stelle, an welcher die Deiters'schen Zellen in ihren Phalangenfortsatz übergehen.

Die Gestalt der oberen Endfläche ist bei den Zellen der verschiedenen Reihen etwas verschieden; so ist insbesondere der innere Rand an den Zellen der ersten Reihe gerade abgeschnitten. Im Allgemeinen jedoch ist die Form der Endfläche oval und der längere Durchmesser steht radial. Die Haarlinie bildet einen nach aussen mehr oder weniger stark convexen Bogen. Die Anzahl der Haare beträgt etwa zwanzig; sie sind, abgesehen von der geringeren Länge, ebenso beschaffen wie die Haare der inneren Haarzellen. In den einzelnen Windungen des Ductus cochlearis zeigen sich interessante Unterschiede bezüglich der Anzahl von Reihen der äusseren Haarzellen: in der Basalwindung kommen in der Regel nur drei Reihen von Zellen vor; hie und da fehlt eine Zelle. In der Mittelwindung tritt in der Regel eine vierte Reihe auf; dann aber ist gewöhnlich die vorausgehende Reihe nicht ganz vollständig, sondern gleich der neuen Reihe etwas lückenhaft. In der Spitzenwindung kommt sogar eine fünfte unterbrochene Reihe vor; sie besteht aus einzelnen zerstreuten Zellen. Auch individuelle Verschiedenheiten machen sich in dieser Hinsicht

bemerklich. Die vierte Reihe ist reichlicher vertreten, wie bei den Thieren; sie fehlt aber letzteren nicht, wie man glaubte, und ist von Retzius z. B. beim Hund und Kaninchen nachgewiesen worden; die vierte Reihe äusserer Haarzellen bildet demnach keine anthropologische Eigenthümlichkeit. Von den inneren Haarzellen sei bei dieser Gelegenheit bemerkt, dass, obwohl sie in der Regel in einer einzigen Reihe aufgestellt sind, hie und da doch eine innere Haarzelle zweiter Reihe auftritt, welche ihren Platz einwärts von der ersten Reihe nimmt [Retzius].

Zwischen den einzelnen Zellenlagen bleiben Räume frei, die sogleich in ihrer Gesammtheit betrachtet werden sollen. Vorher ist noch jener epithelialen Zellen zu gedenken, welche sich an die äusseren Haarzellen und an die Deiters'schen Zellen aussen anschliessen und die epitheliale Verbindung mit der Aussenwand des Ductus cochlearis darstellen. Es sind dies

5) Die Hensen'schen Zellen (Fig. 465, H).

Die Hensen'schen Zellen stellen eine mächtige Gruppe von Epithelzellen dar, welche jenseits der äusseren Haarzellen und der Deiters'schen Zellen auf der Membrana basilaris gelegen sind und den äusseren Abhang der Papilla nervea einnehmen. Sie bilden zusammen einen dicht gedrängten Wulst unregelmässig geformter, in einfacher Schicht vorhandener Zellen von verschiedener Höhe, von welchen die höheren sich auf die niedrigeren herüberlegen können und dadurch den Anschein von Mehrschichtigkeit erwecken. In der That kann auch in Folge der Druckverhältnisse des Epithels eine vollständige Ueberlagerung der einen durch die anderen Epithelzellen eintreten, wie es auf dem gegenüberliegenden Papillenabhang der Fall ist.

Die Hensen'schen Stützzellen sind hell und enthalten nur sparsame Fäden und Körner. Sie haben eine dünne, aber feste Hülle und einen kugeligen Kern.

Jenseits der Hensen'schen Zellen folgt ein niedriges Epithel, welches in die epitheliale Schicht der Aussenwand des Ductus cochlearis übergeht. Man nennt diese an die Hensen'schen Zellen sich anschliessenden Zellen die Claudius'schen Zellen (Fig. 465, C).

6) Der Tunnel- und Nuel'sche Raum der Papilla nervea.

Von den intercellulären Räumen wurde der grösste, der zwischen den beiden Pfeilerreihen befindliche Tunnelraum schon geschildert. Es ist das Verdienst von Nuel, hervorgehoben zu haben, dass jenseits der äusseren Pfeilerreihe, zwischen ihr und den auswärts folgenden Theilen der Papille, ebenfalls ein intercellulärer, spiral verlaufender, ansehnlicher Raum vorhanden ist, welcher durch die zahlreichen interpilaren Spalten der äusseren Pfeilerzellen mit dem Tunnelraum in Verbindung steht. Nach aussen hin setzt sich dieser Nuel'sche Raum zwischen allen Haarzellen und den Phalangenfortsätzen der Deiters'schen Zellen fort. Der Tunnelraum und der Nuel'sche Raum enthalten eine Flüssigkeit, welche ihrem Dasein nach den intercellularen Saftspalten anderer Epithelien entspricht, sowie auch die genannten Räume nichts anderes sind, als ins Grosse gegangene intercellulare Kanäle der Epithelien anderer Orte, z. B. der Oberhaut. Die Tunnel- und Nuel'sche Flüssigkeit wird durchzogen von Nervenfasern; sie umspült auch die in sie getauchten Zellen, die gewissermassen in ihr schwimmen. Bedenken wir, dass der Tunnel- und Nuel'sche Raum den Zwischenriffelspalten anderer Orte gleichkommt, so verliert das Vorhandensein

von Axencylindern in denselben sofort sein Auffallendes; denn auch die Zwischenriffelspalten werden von Nerven durchsetzt; es ist also hierin die Wiederkehr eines Verhältnisses zu erblicken, welches an der ganzen Haut in weitester Verbreitung vorkommt. Damit sind wir zugleich bei der Frage der Nervenverbreitung in der Papilla nervea des Ductus cochlearis angelangt.

7) Die Nervenendigung in der Papilla spiralis (Fig. 465).

Nachdem die feinen Bündel des Ramus cochlearis, marklos geworden, durch die Habenula perforata des Labium tympanicum hindurchgetreten sind, haben sie eine interepitheliale Lage und verbreiten sich interepithelial theils in radialer, theils in spiraler Richtung.

Spiraler Stränge sind nicht weniger als fünf bis sechs vorhanden:

a) Der erste oder innere spirale Strang liegt diesseits der inneren Pfeiler, dicht an deren innerer Fläche, dem Pfeilerfusse mehr oder weniger nahe. Der grösste Theil der aus der Habenula perforata getretenen Bündel geht, indem letztere sich in schmale Fibrillenzüge theilen, in ihn über. Von ihm gehen Fäden aus, welche das untere Ende der inneren Haarzellen umgeben. Durch die interpilaren Spalten treten ferner Nervenbündel von dem spiralen Strange aus in den Tunnelraum und bilden nahe den Füssen der inneren Pfeilerzellen den zweiten spiralen Strang, den Tunnelstrang.

b) Der Tunnelstrang (Fig. 465, n^1). Von ihm treten in ganz kurzen Zwischenräumen die radiären Tunnelfasern ab und gelangen durch die äusseren interpilaren Spalten in die Gegend der unteren Enden der äusseren Haarzellen und biegen grösstentheils in spirale Richtung um, indem sie dadurch den dritten Spiralstrang bilden.

c) Der dritte, vierte, fünfte und sechste Spiralstrang liegt je in der Nähe des unteren Endes der ersten bis vierten äusseren Haarzellenreihe, theils zwischen den Deiters'schen Zellenreihen, theils zwischen der ersten Reihe der Deiters'schen Zellen und der äusseren Pfeilerreihe, jenen dicht anliegend. Von diesen Spiralsträngen aus treten Fasern zu den unteren Enden der äusseren Haarzellen, um in irgend einer Weise, möglicherweise an dem Stiftchen derselben, zu endigen (Fig. 465, $n^2 - n^4$).

Für das Verständniss des Nervenfaserverlaufes ist es dem Angegebenen zufolge wichtig, festzuhalten, dass sämmtliche Fasern, auch die den Tunnel- und Nuel'schen Raum durchsetzenden, einen interepithelialen Verlauf haben und durchgehends in interepithelialen Räumen sich ausbreiten.

8) Die Membrana tectoria s. Cortii (Fig. 463).

Die Membrana tectoria gehört ihrem Ursprung nach nur zum kleinsten, peripheren Theil den Zellen der Papilla spiralis an, sie ist vielmehr das frühzeitig entstehende cuticulare Erzeugniss derjenigen Epithelzellen, welche den Limbus und Sulcus spiralis nebst dem Labium tympanicum der Lamina spiralis bedecken. Im ausgebildeten Zustand jedoch erstreckt sie sich vom Ursprungstheil der Reissner'schen Haut auf der Lamina spiralis bis zu den äussersten Haarzellen, bedeckt gleich einer Schürze die Papilla spiralis und ist als zu ihr gehörig zu betrachten. Durch Lageverschiebungen, wie sie in Folge des Wachsthums Platz greifen, ward sie so weit in die Peripherie hinausgerückt. Im frischen Zustand ist sie weich und etwas elastisch. Sie lässt zwei Zonen erkennen, eine innere, dünne, dem Limbus spiralis angehörige und durch eine Kittsubstanz an

ihm haftende, und eine äussere, über den Sulcus spiralis und die Papilla nervea frei hervorragende. Der letztere Theil verdickt sich in der Mitte und schärft sich randwärts wieder zu. Der freie Rand bildet in der Basalwindung einen glänzenden Strang, in der Mittelwindung ein dickfaseriges, in der Spitzenwindung ein dünnfaseriges Netzwerk, dessen Fasern frei über die äussersten Haarzellen hinausragen [Retzius]. Etwa in der Mitte der Membran findet sich der Hensen'sche Streifen in Gestalt eines glänzenden platten Bandes, welches etwas einwärts der inneren Haarzellen gelegen ist. Die Membran besteht aus unzähligen sehr feinen Fasern, welche von innen-basalwärts nach aussen-kuppelwärts ziehen und gegen Essigsäure sehr resistent sind. Hie und da werden an den äussersten Deiters'schen Zellen noch Ansatzstücke gefunden, welche der Membran im Embryonalleben zur Befestigung dienten.

Lagena ductus cochlearis und Macula Retzii.

Die Verschiedenheiten im Bau der einzelnen Windungen des Ductus cochlearis sind bereits bei der Betrachtung der einzelnen Bestandtheile des Ductus cochlearis erwähnt worden. Weder der Limbus spiralis, noch die Breite der Membrana basilaris, noch die Papilla nervea und ihre Haarzellenreihen, noch die Lamina tectoria verhalten sich dem Angegebenen zufolge in ihrer ganzen Ausdehnung vollständig gleich. Eine der Strecken des Ductus cochlearis bedarf noch einer besonderen Betrachtung, es ist dies das Endstück desselben.

Der Ductus cochlearis erscheint bei den Fischen als eine kleine Aussackung des hinteren Endes des Sacculus, welche im Einzelnen verschiedene Grade der Entwicklung erfahren kann. Sie führt den Namen Lagena und ist mit einer Nervenendstelle versehen, welche eine Otolithenmembran besitzt, wie die Säckchen; es ist dies die Papilla acustica lagenae. Erst bei den Amphibien erscheint in ihrem Basalgebiet eine zweite kleinere Nervenendstelle, die Papilla acustica basilaris. Sie ist bei den Fröschen bereits stärker entwickelt, nimmt bei den Reptilien eine grössere Ausdehnung an und hat sich bei dem Krokodil und den Vögeln zu einem längeren Kanal ausgebildet, welcher auf einer Membrana basilaris die Papilla spiralis trägt, während sich im blinden erweiterten Ende des Kanals, in der Lagena, die Papilla lagenae mit ihren Besonderheiten erhalten hat. Unter den Säugern finden sich bei den Monotremen noch ähnliche Verhältnisse vor; bei allen übrigen ist die Papilla spiralis mächtig entwickelt, die Papilla lagenae aber fehlt, die Papilla spiralis erstreckt sich hier bis in den Kuppelblindsack hinein.

Bei den Fischen bis hinauf zu den Vögeln ist ferner eine durch Retzius nachgewiesene Nervenendstelle vorhanden, die Macula acustica neglecta s. Retzii. Sie findet sich am stärksten entwickelt bei den Amphibien und hat ihre Lage gewöhnlich am Boden des Utriculus, am Eingang des Sinus posterior. Bei den Krokodilen ist die Macula neglecta bereits kleiner geworden, bei den Vögeln noch weiter zurückgebildet; sie fehlt bei den Säugern vollständig. Amphibien, Reptilien und Vögel haben hiernach jederseits acht Nervenendstellen.

Im Kuppelblindsack des Ductus cochlearis nehmen die Gehörzähne allmählich an Länge und Breite ab und schwinden endlich ganz, indem der Limbus spiralis sich erniedrigt und endigt. Zugleich mit den Gehörzähnen hört auch die Papilla nervea auf.

B. Scala tympani und vestibuli.

1) Das Periost.

Die räumlichen Verhältnisse beider Scalen und ihre Beziehung zur Scala media (Ductus cochlearis) sind bereits oben (S. 780) geschildert worden. Was den Bau ihrer Wand betrifft, so ist hier nur hervorzuheben, dass die innere Fläche des ganzen Canalis cochlearis sowie die Lamina spiralis ossea von einem Periost bekleidet sind, welches gegen die Lichtung hin von einem Endothel begrenzt wird. Das Periost ist ziemlich reich an feinen elastischen Fasern und führt an zerstreuten Stellen bräunliche, sternförmige Pigmentzellen.

2) Das Ligamentum spirale.

In der Gegend der stärksten Wölbung des Kanals nimmt das Periost das von der Lamina basilaris ausstrahlende Ligamentum spirale auf (s. oben S. 795). Der Scala tympani gehört ferner an

3) die Membrana tympani secundaria.

Die Fenestra rotunda ist, wie schon erwähnt worden ist, durch eine bindegewebige Membran geschlossen, die Membrana tympani secundaria. Ihre der Scala tympani zugewendete Fläche ist, da sie den perilymphatischen Raum begrenzen hilft, von Endothel bekleidet; ihre der Paukenhöhle zugewendete Fläche trägt dagegen eine dünne gefäss- und nervenhaltige Fortsetzung der Schleimhaut der Paukenhöhle.

4) Der Aquaeductus cochleae.

Die innere Mündung des Aquaeductus cochleae befindet sich im Boden der Scala tympani, ganz in der Nähe des Anfangs der letzteren, und hat eine trichterförmige Gestalt. Der Aquaeductus cochleae enthält keine Fortsetzung des Labyrinthsäckchens, wie sich aus dem Bisherigen von selbst ergibt; er enthält allein Bindegewebe, eine Vene und einen perilymphatischen Gang. Die Vene mündet in den Bulbus venae jugularis. Der perilymphatische Gang setzt die Perilymphe der Schnecke in Verbindung mit den subarachnoidalen Räumen.

Gefässe des Labyrinthes.

a) Blutgefässe.

Die Arterien des Labyrinthes stammen 1) aus der A. basilaris, welche die A. auditiva interna zu demselben entsendet. Letztere folgt dem Verlauf des N. acusticus und theilt sich in einen Vorhofs- und Schneckenast. 2) aus der A. occipitalis, indem dieselbe der A. stylomastoidea den Ursprung gibt, diese aber a) einen Zweig durch die Fenestra rotunda zur Schnecke schickt, b) einen feineren Zweig, den R. stapedius, zum Steigbügel und Promontorium entsendet. Der R. stapedius tritt etwa in der Mitte der Länge des Canalis facialis von der A. stylomastoidea ab, gelangt, indem er die Membrana obturatoria stapedis durchbohrt, auf das Promontorium, verbindet sich hierselbst mit Aestchen der A. tympanica und versorgt den Steigbügel mit seinen Membranen. An den Maculae und Cristae acusticae ist das Gefässnetz ein reicheres, als an den nervenfreien Stellen der Säckchen und Bogengänge. Im Ductus cochlearis zeichnet sich die Stria vascularis durch Gefässreichthum aus.

Die bezüglichen Capillargefässe anastomosiren mit denjenigen des Periostes und sondern die Endolymphe des Ductus cochlearis ab. Ein venöses Gefäss zeichnet sich in der Stria vascularis durch spiralen Verlauf aus, das Vas spirale externum. Das Vas spirale internum dagegen gehört der tympanalen Wand des Ductus cochlearis an. Die Capillaren der Lamina spiralis erstrecken sich längs den Nervenbündeln, bilden längliche Maschen, dringen bis in den Limbus spiralis vor und senken sich theilweise in das Vas spirale internum ein. Die Membrana vestibularis, die Zona pectinata, natürlich auch die Membrana tectoria, sind gefässlos.

Die Venen sammeln sich zur V. auditiva interna, welche als ein doppeltes oder dreifaches Stämmchen die A. auditiva interna begleitet und in dem Sinus petrosus inferior oder transversus mündet. In dem Aquaeductus cochleae ist ein kleiner venöser Sinus enthalten, welcher von der ersten Schneckenwindung Blut in den Bulbus venae jugularis abführt. Aus der äusseren Mündung des Aquaeductus vestibuli osseus dringen feine Venen zum Sinus petrosus inferior.

b) Lymphgefässe.

Das Vas spirale internum ist von einem hellen Hofe umgeben, welcher das Vorhandensein eines perivasculären Lymphgefässes anzudeuten scheint. Ueber die ansehnlichen Lymphräume in der Umgebung des häutigen Labyrinthes und ihre Verbindungen s. oben S. 788.

II. Hilfsapparate des Gehörorgans.

a) Mittleres Ohr, Auris media.

Das mittlere Ohr besteht aus einer im Schläfenbein, zwischen dem Labyrinth und dem äusseren Ohr gelegenen, von einer Schleimhaut begrenzten Höhle, der Trommelhöhle, welche auf der einen Seite durch eine Röhre, die Ohrtrompete, mit der Schlund- und Nasenhöhle in Verbindung steht, auf der anderen Seite sich in den gefächerten Hohlraum des Processus mastoideus des Schläfenbeins fortsetzt. Durch die Trommelhöhle zieht sich die Gruppe der Gehörknöchelchen, welche die Innenwand der Höhle des äusseren Ohrs, das Trommelfell, mit der Aussenwand des Labyrinthes in unmittelbare Verbindung bringt.

1. Die Ohrtrompete, Tuba Eustachii, Otosalpinx.

Die Ohrtrompete ist eine 3,5 bis 4 cm lange, abgeplattete Röhre, welche hinter der Nasenhöhle an der Seitenwand des Schlundkopfs mit weiter Oeffnung beginnt, sich unter Verengerung lateral-rückwärts erstreckt und in die Paukenhöhle mündet. Ihr Verlauf hält im Ganzen fast genau die Mitte ein zwischen der sagittalen und transversalen Richtung. Von ihrer Schlund- zur Paukenmündung ist ihr Verlauf zugleich ein sanft aufsteigender.

Sie besteht aus einem lateralen, von knöcherner Wand umgebenen Abschnitt, Pars ossea tubae Eustachii, und einem medialen, knorpelig-häutigen Abschnitt, Pars cartilaginea s. membranacea; der letztere ist weitaus der längere, indem er etwa $^2/_3$ des Rohrs in Anspruch nimmt (Fig. 469).

Am knorpeligen Theil ist die Schleimhaut und der Tubenknorpel zu unterscheiden. Der Tubenknorpel, *Cartilago tubae,* stellt eine 2,5 bis 3 cm

lange Platte dar, welche am Schlundende die ansehnliche Breite von etwa 1 cm und eine Dicke von 2—5 mm besitzt, gegen das Paukenende aber an Breite und Dicke beträchtlich abnimmt. Die Längsrichtung der Knorpelplatte folgt derjenigen der Tuba; ihre Breitseiten stehen fast vertikal. Ihr oberer Rand ist lateralwärts umgebogen. Dadurch wird die Platte in einen Halbkanal umgewandelt, der das Schleimhautrohr in seine Höhlung aufnimmt. Lateralwärts-unten ist dem Angegebenen gemäss die Knorpelrinne offen. Hier wird die Schleimhaut nur von einer fibrösen Membran umgeben, welche die Lücke zwischen dem oberen umgebogenen und dem unteren Rand der Knorpelplatte ausfüllt und zugleich die gesammte Knorpelrinne auskleidet. Sie hat den Namen Membrana propria der Tuba.

An Querschnitten (Fig. 470) hat der umgebogene Theil des Knorpels die Form eines Hakens; man nennt ihn den Knorpelhaken. Sein freier Rand

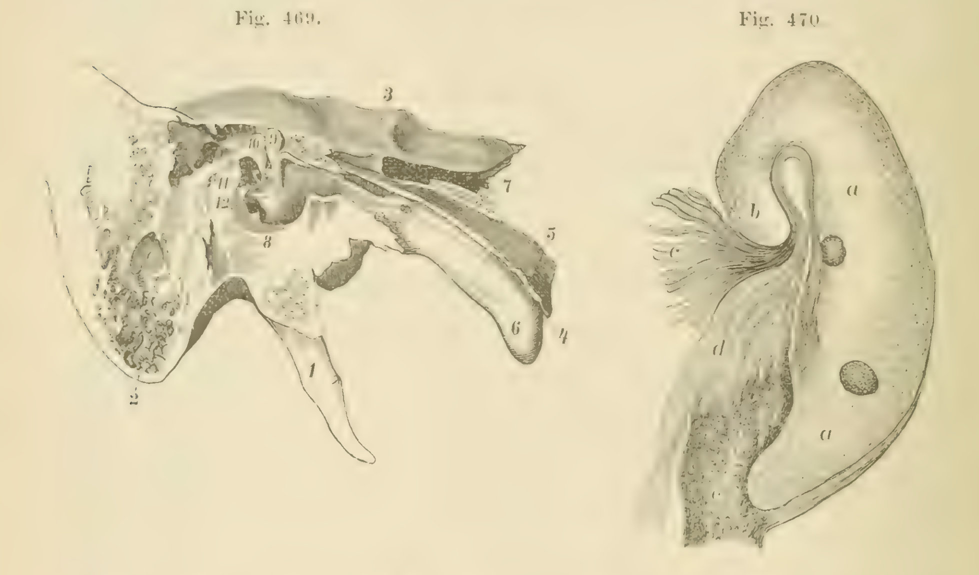


Fig. 469. Ansicht der hinteren Wand der Paukenhöhle mit den Gehörknöchelchen und der Einmündung der Ohrtrompete. (Nach Arnold).

1, Griffelfortsatz. 2, Warzenfortsatz. 3, obere Fläche des Felsenbeins. 4, Schlundkopfende der Ohrtrompete. 5, ihr Knorpel. 6, ihre Schleimhautoberfläche. 7, Carotischer Kanal. 8, rundes Fenster. 9, Hammer. 10, Ambos. 11, Steigbügel. 12, eminentia pyramidalis.

Fig. 470. Querschnitt des oberen Theiles der knorpeligen Tube. (Nach Henle). $^8/_1$.

a. a. hintere Knorpelplatte. b, hakenförmig umgebogene vordere Knorpelplatte. c, M. spheno-staphylinus. d, Fasermasse, welche in die Membrana propria übergeht.

ist abgerundet, oft etwas verdickt. Am Paukenende des Knorpels ist dieser laterale Theil desselben der mächtigere, der mediale Theil dagegen erscheint nur als ein kurzer Anhang. Bald aber kehrt sich das Verhältniss um; der mediale Theil gewinnt immer mehr an Mächtigkeit und nun hat der laterale die Bedeutung eines Anhangs. Das Paukenende des Knorpel stösst an die Pars ossea tubae und ist mit deren rauher, zackiger Begrenzung durch Fasermasse fest verbunden. Durch seine obere Wand ist der Knorpel an der Schädelbasis befestigt, und zwar mit dem vorderen Theil in einer flachen Grube der unteren Fläche des Keilbeins, welche auf den hinteren Rand der Lamina

interna des Processus pterygoideus übergeht und als Sulcus tubae Eustachianae bekannt ist; weiter hinten ist er an die Bandmasse der Fissura spheno-petrosa geheftet. Die Form des Tubenknorpels zeigt mannigfache individuelle Verschiedenheiten, insbesondere in der Gegend des Schlundendes. Schon vorher kann durch eindringende gefässhaltige Fortsätze vom Perichondrium aus, oder durch Drüsen der Schleimhaut eine mehr oder weniger weitgehende Zerklüftung des Knorpels erfolgen. Sogenannte accessorische Knorpelplättchen der Tuba sind eine am unteren Theil des Schlundendes häufig vorkommende Erscheinung.

Seiner histologischen Beschaffenheit nach ist der Knorpel von hyaliner Art; doch kommen Strecken vor, in welchen er die Beschaffenheit des fibrösen Knorpels annimmt; am Schlundende zeigt er sogar eine mehr oder weniger ausgedehnte Beimischung elastischer Fasern.

Die Pars ossea der Tuba schliesst sich unmittelbar an die Paukenhöhle an, besitzt eine abgerundet dreieckige Gestalt und einen queren Durchmesser von etwa 2 mm. Sie grenzt medianwärts an den carotischen Kanal, lateralwärts an die Fissura petro-squamosa, oben an das Septum canalis musculo-tubarii, unten an die Crista petrosa. Gegen die Spitze des Felsenbeins hin endigt sie mit einem unregelmässig begrenzten, rauhen Rande, an welchen sich der Tubenknorpel anschliesst.

Die Schleimhaut ist eine Fortsetzung der Schleimhaut des Schlundes, besitzt anfänglich deren Beschaffenheit und hat eine Mächtigkeit von 0,5 bis 0,6 mm. Gegen die Trommelhöhle vermindert sich ihre Dicke beträchtlich und geht in die dünne Schleimhaut derselben über. Mit dem Perichondrium ist sie durch lockeres Bindegewebe verschiebbar verbunden, im knöchernen Theil dagegen ist die Submucosa dünn und mit dem Periost verwachsen. Auf der unteren Wand des knöchernen Theiles kommen zarte, im knorpeligen Theil stärkere, unregelmässige Längsfalten der Schleimhaut vor. Das Epithel ist ein einschichtiges Flimmerepithel, welches Becherzellen und zahlreiche Ersatzzellen enthält. Die Richtung des Flimmerstromes geht nach dem Ostium pharyngeum. Die Schleimhaut des knorpeligen Theils ist reich an acinösen Drüsen. Vom Ostium pharyngeum eine Strecke paukenwärts bilden diese Drüsen eine zusammenhängende Schicht; gegen die Paukenhöhle werden sie spärlicher, kommen jedoch vereinzelt noch am Ostium tympanicum vor [v. Tröltsch]. Besonders grosse Drüsen finden sich in der Nähe des Ostium pharyngeum. Hier wird selbst der Knorpel von Ausführungsgängen solcher acinösen Drüsen durchbrochen, welche im Umfang der Mündung in der Pharynxschleimhaut gelegen sind.

Die arteriellen Gefässe der Tuba stammen aus der A. vidiana und pharyngea ascendens; auch die A. meningea media kann sich durch feine Zweige betheiligen, indem deren Ramus petrosus Aestchen durch die Fissura petrosquamosa zur oberen Wand der Ohrtrompete abgibt [Arnold]. Die Nerven stammen aus dem Plexus tympanicus (Ramus tubae Eustachianae) und dem Plexus pharyngeus; sie führen markhaltige und blasse Fasern, nebst vielen mikroskopischen Ganglien [Rüdinger]. Die Lymphgefässe sind sowohl in der Pars ossea als cartilaginea zahlreich und anastomosiren am Ostium pharyngeum mit denjenigen der Schlundschleimhaut. In der Pars cartilaginea kommen kleine, in die Schleimhaut eingelagerte Balgdrüsen oder auch zerstreute Ansammlungen

reticulären Gewebes mit reichem Gehalt an Lymphkörperchen vor; sie bilden die sogenannte Tonsilla tubaria, Tubenmandel [Gerlach].

Die Lichtung der Pars ossea ist mit Ausnahme einer durch wechselnden Blutgehalt geringen Veränderlichkeit eine unbewegliche. Was die Lichtung der Pars cartilaginea betrifft, so liegen dagegen im grössten Theil derselben die flimmernden Wände aneinander: die Lichtung stellt im vorderen und im mittleren Theil eine vertikale Spalte von etwa 7 mm Höhe dar. In dem dorsalen, von dem Knorpelhaken begrenzten Theil der Spalte macht die Schleimhaut den Bogen der Knorpelrinne mit; der dorsale Theil der Lichtung wird dadurch zu einem beständig offenen Kanal umgewandelt, der Sicherheitsröhre [Rüdinger]; der übrige Theil der Spalte hat den Namen Hilfsspalte. Die für gewöhnlich dicht an einander liegenden Wände der Hilfsspalte können durch die Zusammenziehung des M. tensor veli palatini von einander abgehoben werden (s. Fig. 470). Im vorderen Abschnitt der Pars cartilaginea, an welchem die Hakenbildung allmählich sich vermindert und verliert, liegen die Schleimhautflächen in ihrer ganzen Ausdehnung aneinander. Der genannte M. tensor veli palatini s. spheno-salpingo-staphylinus entspringt zum Theil von dem mit dem Haken des Knorpels in Verbindung stehenden Theil der Pars membranacea, so dass derselbe bei einer Zusammenziehung gegen den Hamulus pterygoideus hingezogen, die Tubenspalte mithin erweitert wird. v. Tröltsch nannte den Muskel daher Dilatator tubae. Erschlafft der Muskel, so genügt die federnde Kraft des Knorpels, die Spalte wiederum zu schliessen. Ob der Levator veli palatini als Verengerer wirken kann, ist zweifelhaft. Bei der Erweiterung sind dagegen anscheinend auch die oberen Constrictoren des Schlundes betheiligt.

Die engste Stelle der Tuba Eustachii (Isthmus tubae) liegt an der Vereinigungsstelle der Pars cartilaginea mit der ossea. An den beiden Mündungen ist der Kanal weiter, namentlich am Ostium pharyngeum. Das Ostium pharyngeum ist trichterförmig, oval, frontal gestellt, und liegt auf einer durch das Schlundende des Tubenknorpels und die gewulstete Schleimhaut bedingten Hervorragung, dem Tubenwulst, *Prominentia tubaria pharyngis*. Das Ostium pharyngeum liegt in der Höhe des hinteren Endes der Concha inferior, etwa 1 cm oberhalb der Horizontalebene des harten Gaumens. Der Grund des trichterförmigen Ostium pharyngeum ist in der Regel geschlossen; er kann aber durch Schlucken u. s. w. geöffnet werden.

2. Die Paukenhöhle.

a) Knöcherne Begrenzung.

Die Pauken- oder Trommelhöhle, Cavum tympani s. tympanum (Fig. 469), bildet die im Schläfenbein enthaltene, erweiterte Fortsetzung der Tuba Eustachii, schliesst sich an deren Pars ossea ohne scharfe Grenze an und setzt sich ihrerseits in das Antrum mastoideum fort. Im Ganzen ist ihre Gestalt keilförmig, mit oberer Basis, unterer abgerundeter Scheide, äusserer und innerer Seitenwand.

Die obere Wand oder das Dach der Paukenhöhle wird durch eine dünne, der Pars petrosa angehörige Knochentafel, das Tegmen tympani gebildet; medianwärts geht letzteres in die Decke des knöchernen Theils der Tuba Eustachii über.

Die untere Wand oder der Boden der Paukenhöhle entspricht der unteren Fläche der Pyramide, ist abgerundet, von geringer Breite und meist zellig vertieft. Man nennt diese kleinen, aufwärts offenen Räume Cellulae tympanicae. Die untere Wand zeigt ferner die Paukenmündung des Canaliculus tympanicus (s. unten „Promontorium"), sowie die Paukenmündung des Canaliculus carotico-tympanicus inferior. Die Paukenmündung des Canaliculus carotico-tympanicus superior dagegen gehört der vorderen (medialen) Wand an.

Die vordere Wand ist die kleinste und zeigt die Paukenmündung der Tuba Eustachii. Ueber ihr liegt das Ende des Semicanalis tensoris tympani.

Die hintere Wand führt in die Zellen der Pars mastoidea, mittels eines offenen Zugangs, Aditus ad cellulas mamillares s. mastoideas.

Sie zeigt ausserdem die Eminentia pyramidalis, deren Spitze eine kleine Oeffnung besitzt zum Durchtritt der Sehne des Musculus stapedius. Die Eminentia pyramidalis schliesst eine kleine Höhle ein, die rückwärts mit dem Fallopi'schen Kanal in Verbindung steht. Sie nimmt den M. stapedius auf.

Lateralwärts von der Eminentia pyramidalis liegt die Apertura superior canaliculi chordae.

Die laterale Wand wird durch das Trommelfell und den mit ihm verbundenen Handgriff des Hammers gebildet.

Die mediale oder Labyrinthwand der Paukenhöhle zeigt die meisten, in Fig. 469 hervortretenden Besonderheiten:

a) Das Promontorium, Vorgebirge oder Schneckenwulst. Es nimmt in Form eines Hügels einen grossen Theil der Labyrinthwand der Paukenhöhle ein, zeigt den senkrecht über sie hinweglaufenden Sulcus Jacobsonii, überragt das runde Fenster und verwandelt den Zugang zu ihm in eine trichterähnliche Höhle. Jener Sulcus Jacobsonii führt abwärts zur Paukenmündung des in der Fossula petrosa entsprungenen Canaliculus tympanicus; oben endigt der Sulcus Jacobsonii mit einer feinen Oeffnung zwischen dem sogleich zu erwähnenden eiförmigen Fenster und dem Processus cochleariformis.

b) Das ovale Fenster, Fenestra ovalis s. vestibuli. Es hat bohnenförmige Gestalt, führt zum Vorhof und wird durch die Fussplatte des Steigbügels verschlossen. Das ovale Fenster wird von einem erhabenen Rand umwallt, Ora fenestrae ovalis. Eine feine Furche zwischen dem ovalen Fenster und der Ora fenestrae, Steigbügelfurche, Sulcus stapedius [Hoffmann] dient zur Aufnahme des Ringbandes der Fussplatte des Steigbügels.

c) Das runde Fenster, Fenestra rotunda s. triquetra s. cochleae. Es wird durch das Promontorium vom ovalen Fenster getrennt, führt zur Schnecke (Scala tympani) und wird durch ein feines Häutchen, die Membrana tympani secundaria (Scarpa) geschlossen.

d) Ueber der Fenestra ovalis liegt die in die Paukenhöhle vorspringende, dünne untere Wand des Canalis Fallopiae, Prominentia canalis Fallopiae. Dieser läuft anfangs nach hinten, dann nach unten und ist mit der Höhle der Eminentia pyramidalis durch eine Oeffnung verbunden.

e) Ueber dem Promontorium befindet sich ein knöcherner Halbkanal, Semicanalis tensoris tympani, der wagrecht bis zur Fenestra ovalis streicht und hier an einem dünnen, löffelförmig aufgekrümmten Knochenblättchen (Processus cochleariformis s. Rostrum cochleare) endigt. Der Semicanalis tensoris

tympani läuft parallel mit der ventralwärts von ihm gelegenen Tuba ossea und wird von ihr in der Regel unvollständig getrennt durch ein dünnes Knochenblättchen, Septum tubae. Beide Gänge bilden zusammen den Canalis musculo-tubarius. Das Septum tubae bildet mit seinem Paukenende, indem es sich löffelförmig aufkrümmt, den erwähnten Processus cochleariformis.

Die Zellen des Processus mastoides, Cellulae mastoideae, sind lufterfüllte Räume, welche als Anhänge der Paukenhöhle aufzufassen sind. Sie werden von einer Fortsetzung der Paukenschleimhaut ausgekleidet. Ihre Grösse und Form, sowie ihre Ausdehnung im Knochen ist wechselnd. Vom Eingang an der hinteren Wand der Paukenhöhle erstrecken sie sich unter der oberen Fläche des Felsenbeins bis zur Oberfläche und Spitze des Zitzenfortsatzes und dehnen sich zuweilen noch in den Schuppentheil des Schläfenbeins aus. Sie bilden ein zusammenhängendes System von Höhlen und sind von einander bald durch papierdünne Knochenblätter, bald durch Wände von ansehnlicher Dicke unvollständig getrennt. Meist beginnen sie mit einer grösseren Erweiterung, Cavitas mastoidea s. Antrum mastoideum. Der Zugang zum Antrum mastoideum führt über die Prominentia facialis und einen dahinter gelegenen starken Knochenwulst, der sich durch seine compakte Beschaffenheit und eigenthümliche Krümmung bemerklich macht; es ist dies die auch von der Paukenhöhle aus sichtbare Aussenwand des Canalis semicircularis externus des knöchernen Labyrinthes.

b) *Gehörknöchelchen, Ossicula auditus* (Fig. 469; 471).

Fig. 471.

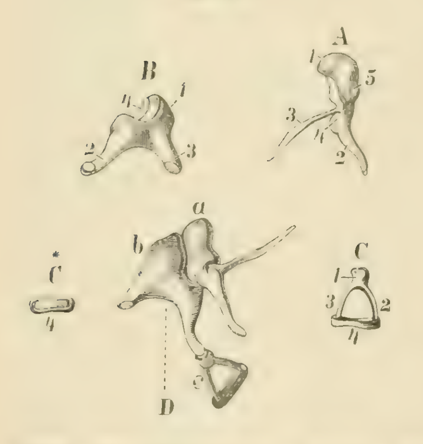


Fig. 471. Die Gehörknöchelchen der rechten Seite. (Nach Arnold). $^2/_1$.

A. Hammer von innen. 1, Kopf; 2, Handgriff; 3, langer Fortsatz; 4, kurzer Fortsatz; 5, Gelenkfläche.

B. Ambos von innen. 1, Körper; 2, langer Fortsatz mit dem Linsenknöchelchen; 3, kurzer Fortsatz; 4, Gelenkfläche.

C. Steigbügel. 1, Köpfchen; 2, hinterer gebogener Schenkel; 3, vorderer gerader Schenkel; 4, Fussplatte. C*, Fussplatte von der Fläche gesehen.

D. Die drei Knochen in ihrer Verbindung von aussen gesehen. a, Hammer; b, Ambos; c, Steigbügel.

Der obere Theil der Paukenhöhle enthält die drei Gehörknöchelchen, welche die Verbindung der Labyrinthwand der Paukenhöhle mit dem Trommelfell vermitteln. Sie sind ursprünglich Theile des Kiemenbogenskelettes, welche in den Dienst des Gehörorgans gestellt worden sind. Sie bilden in ihrer natürlichen Verbindung zusammen eine gebogene Kette, deren äusseres Glied vom Hammer dargestellt wird. Sein Handgriff ist mit dem Trommelfell innig verbunden. Das mittlere Glied hat den Namen Ambos; das innere, in die Labyrinthwand eingefügte Glied ist der Steigbügel.

1) Der Hammer, *Malleus* (Fig. 471, A) besteht aus einem Mitteltheil, dem Körper, welcher oben in ein abgerundetes kugeliges Stück, den Kopf, *Caput mallei*, übergeht. Der Kopf des Hammers ist an seiner hinteren Fläche mit einer sattelförmigen, überknorpelten Gelenkfläche zur Verbindung mit dem

Ambos versehen. Unterhalb des Kopfes liegt eine eingeschnürte Stelle, welche Hals, *Collum mallei*, genannt wird und in den Körper des Hammers übergeht, von welchem mehrere Fortsätze entspringen.

Einer der Fortsätze ist der Handgriff, *Manubrium mallei s. Processus primus.* Er bildet eine comprimirte, etwas gewundene Knochenspange, welche nahezu in der Verlängerung des Halses vom Körper abgeht. Das freie Ende der Knochenspange flacht sich spatelförmig ab und führt den Namen Spatula mallei. Die bisher genannten Theile des Hammers bilden zusammen eine oben dicke, unten sich zuspitzende kleine Keule, welche bei natürlicher Lage eine nahezu vertikale Stellung in der Paukenhöhle einnimmt. Der Kopf und Hals des Hammers liegen im oberen Umfang der Paukenhöhle und oberhalb des Trommelfells. Der Kopf berührt beinahe die Decke der Paukenhöhle; der Hals dagegen liegt ihrer lateralen Innenwand unmittelbar an (Fig. 469).

Der lange Fortsatz, *Processus longus s. gracilis s. anterior, s. Folianus s. Ravii*, biegt fast in rechtem Winkel vom Kopf und Hals ab und bildet ein dünnes, schmales, langgestrecktes Knochenstäbchen, welches sich ab- und vorwärts wendet und in die Fissura Glaseri (s. petro-tympanica) einsenkt (Fig. 469). Der Fortsatz endigt abgeflacht und verbreitert, indem er mit dem Felsenbein durch Bandmasse verbunden wird. Seiner Dünne wegen bricht er leicht ab und erfordert Vorsicht bei der Herausnahme.

Der kurze Fortsatz, *Processus brevis mallei*, ist so kurz, dass er gegenüber den langen Fortsätzen leicht übersehen wird. Er geht vom Anfangstheil des Handgriffs nach aussen ab und legt sich an die obere Abtheilung des Trommelfells so fest an, dass er hier eine kleine Vorwölbung nach aussen bewirkt.

2) Der Ambos, *Incus* (Fig. 471, B) gleicht einem Zahne mit zwei weit auseinandergehenden Wurzeln; seine Nachbarschaft zu dem Hammer und eine gewisse Aehnlichkeit mit einem Ambos veranlasste die Benennung; beide Bezeichnungen sind aus dem Grunde als gut gewählt zu bezeichnen, weil ihre Träger beim Schmieden von Tönen betheiligt sind.

Der Körper, *Corpus incudis*, besitzt eine nach vorn gewendete, tiefausgeschnittene, sattelförmige Gelenkfläche zur Aufnahme des Hammerkopfes, und zwei Fortsätze.

Der lange Fortsatz, *Crus longum, s. Processus inferior*, verschmälert sich im Herabsteigen und verläuft in der Paukenhöhle nahezu senkrecht hinter dem Manubrium mallei herab. Sein Endstück biegt etwas nach innen um und verdünnt sich rasch. Auf diesem Endstück sitzt ein kleines ovales Knöpfchen, Linsenknöchelchen, *Ossiculum lenticulare s. Sylvii*, *Processus lenticularis*, welches bei dem Erwachsenen mit dem Ambos knöchern verbunden ist.

Der kurze Fortsatz, *Crus breve s. Processus superior s. horizontalis* ist nahezu horizontal rückwärts gewendet, verjüngt sich rasch und ist mit Bandfasern in der Nähe des Eingangs zu den Zellen des Warzenfortsatzes an die hintere Wand der Trommelhöhle befestigt.

3) Der Steigbügel, *Stapes* (Fig. 471, C), zeigt ein Köpfchen, zwei Schenkel und eine Fussplatte.

Das Köpfchen, *Capitulum stapedis*, ist nach aussen gerichtet und

besitzt auf der äusseren Fläche einen seichten überknorpelten Eindruck, mit welchem es an das Ossiculum lenticulare Sylvii gefügt ist.

Die Fussplatte, Basis, wird durch Bandmasse (Ligamentum annulare stapedis) im ovalen Fenster befestigt und besitzt wie letzteres eine nierenförmige Gestalt; der obere Rand ist convex, der untere concav. Auf der Paukenfläche verläuft zwischen den Ansatzenden der beiden Schenkel eine feine Leiste, Crista stapedis.

Die beiden Schenkel, *Crura stapedis*, sind an ihrer inneren Fläche gerinnt. Der vordere Schenkel (*Crus anterius s. rectilineum*) ist fast gerade und ein wenig kürzer, als der gebogene hintere Schenkel (*Crus curvilineum*). Die eingeschnürte Stelle zwischen dem Köpfchen und den Schenkeln wird Hals des Steigbügels genannt.

c) *Verbindungen der Gehörknöchelchen.*

1) Verbindungen derselben unter sich.

α) Das Hammer-Ambosgelenk (Fig. 471, D) gehört zu den Sattelgelenken. Das Kapselband ist straff und an Rinnen befestigt, welche die beiderseitigen Gelenkflächen umgeben. Von der medialen Seite der Kapsel aus dringt eine dünne Bandscheibe, welche sich lateralwärts zuschärft, verschieden weit in den Gelenkraum vor. Macht man Durchschnitte parallel der Längsaxe der elliptischen Gelenkflächen, so zeigt diejenige des Hammers geringe convexe Krümmungen (Sperrzähne); die des Ambos sind concav und zur Aufnahme jener bestimmt. In Folge ihrer Gegenwart nennt man das Gelenk auch ein Sperrgelenk. Die Gelenkknorpel setzen sich über die Sperrzähne fort. Die Dehnbarkeit beider Knochen im Gelenk beträgt nicht ganz 5^0 [Helmholtz].

β) Das Ambos-Steigbügelgelenk.

Die convexe Oberfläche des Ossiculum lenticulare wird von einer aussen convexen Knorpelscheibe überlagert. Das Capitulum stapedis überzieht eine concave Knorpelscheibe.

Der Mitteltheil der Verbindung beider Knochen zeigt eine spaltförmige Gelenkhöhle. Ein zartes Kapselband heftet beide Theile aneinander.

γ) Das Verschlussband des Steigbügels, *Membrana obturatoria stapedis*. Das Verschlussband des Steigbügels ist eine dünne Membran, welche zwischen der Rinne der Steigbügelschenkel und der Leiste der Fussplatte ausgespannt ist.

2) Verbindungen der Gehörknöchelchen mit ihrer Umgebung.

α) Die Hammer-Trommelfellverbindungen s. Trommelfell.

β) Oberes Hammerband, *Ligamentum mallei superius, s. suspensorium mallei*. Es besteht aus einem dünnen Faserbündel, welches von der Decke der Paukenhöhle entspringt und senkrecht herab zum Hammerkopfe steigt.

γ) Vorderes Hammerband, *Lig. mallei anterius*. Es besteht aus Fasern, welche von der Spina angularis des Keilbeins ausgehen, durch die Fissura petro-tympanica hindurchdringen und bis zum Hals des Hammers gelangen.

δ) Aeusseres Hammerband, *Lig. mallei externum*. Es besteht aus

Fasern, welche von der Wand des äusseren Gehörgangs durch den Rivinischen Ausschnitt zum Hals des Hammers ziehen und zu den Bestandtheilen der Membrana flaccida des Trommelfells zu rechnen sind. Die hintersten Stränge des Lig. externum, welche besonders straff gespannt sind, nennt Helmholtz Achsenband des Hammers.

ε) Oberes Ambosband, *Lig incudis superius s. suspensorium incudis.* Das Band besteht aus nur wenigen Fasern, welche hinter dem Aufhängeband des Hammers von der Paukendecke zum Amboskörper herabziehen.

ζ) Die Ambos-Pauken-Verbindung erfolgt durch straffe Fasern, welche zwischen dem hyalinen Knorpelüberzug des kurzen Ambosschenkels und der Paukenwand ausgespannt sind. Das Band hat den Namen Lig. incudis posterius.

η) Die Steigbügel-Pauken-Verbindung. Die dem Vorhof zugewendete Fläche der Steigbügelfussplatte ist mit einer dünnen Knorpellage überdeckt, welche die Knochenränder etwas überragt. Eine strafffaserige Bandmasse, das Lig. annulare baseos stapedis, heftet die Fussplatte an den gegenüberliegenden überknorpelten Rand der Fenestra ovalis. Die Verbindung wird verstärkt durch einen mikroskopischen Musculus fixator baseos stapedis, der aus glatten Muskelfasern besteht.

d) *Muskeln der Gehörknöchelchen.*

α) Der Trommelspanner, *M. tensor tympani*, Hammermuskel (Fig. 472, 7), liegt in der oberen Abtheilung des Canalis musculo-tubarius, d. i. im

Fig. 472.

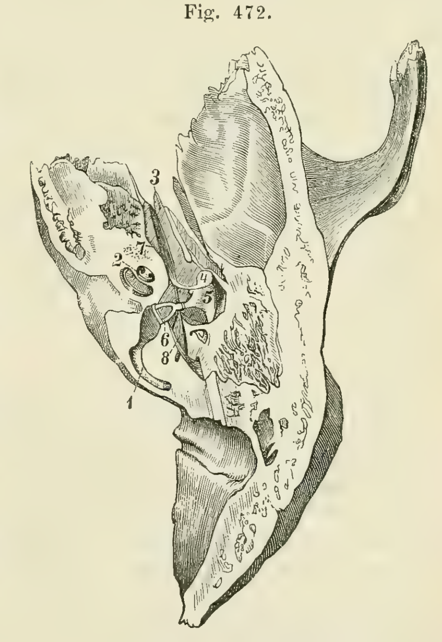


Fig. 472. Ansicht der rechten Trommelhöhle von oben.

Die Höhle und einige benachbarte Theile des Gehörorganes sind durch einen Horizontalschnitt, der den oberen Theil des Schläfenbeines entfernt hat, eröffnet. 1, canalis semicircularis superior; 2, cochlea; 3, tuba Eustachii ossea; 4, caput mallei; 5, incus; 6, stapes in dem eiförmigen Fenser; 7, m. tensor tympani; 8, m. stapedius.

Canalis tensoris tympani, entspringt vor der äusseren Mündung dieses Kanals vom Felsenbein, vom benachbarten Theil des grossen Keilbeinflügels, sowie von der oberen Wand des Tubenknorpels. Dicht vor dem Austritt aus dem Canalis tensoris tympani geht er in eine cylindrische Sehne über, die sich um den Processus cochleariformis windet, in rechtwinkeliger Richtung zum Muskelbauch durch die Paukenhöhle verläuft und sich am inneren Rand der Wurzel des Hammergriffs festsetzt.

Der Muskel wird durch einen vom N. pterygoideus internus sich ablösenden Zweig (also durch den Trigeminus) versorgt; zu diesem Zweig tritt ein feines Aestchen aus dem Ganglion oticum.

β) Der Steigbügelmuskel, *M. stapedius s. Varolii*, entspringt im Grunde der Eminentia pyramidalis (s. stapedii) und füllt dieselbe aus. An der Paukenmündung der Eminentia pyramidalis geht er in eine haarfeine Sehne über, welche durch die genannte Mündung in die Paukenhöhle gelangt, um sich am Köpfchen des Steigbügels, dicht unter dem Rand seiner Gelenkfläche anzusetzen. Der Bewegungsnerv des M. stapedius ist ein Zweig des N facialis, welcher aus dem Canalis facialis durch eine besondere Oeffnung in die Basis der Eminentia pyramidalis und zum Muskel gelangt.

In der Steigbügelsehne wird zuweilen eine feine Knochennadel gefunden, welche bei manchen Thieren beständig vorkommt.

Als M. fixator baseos stapedis beschrieb Rüdinger einen dünnen, aus glatten Muskeln bestehenden Faserzug, welcher von einer feinen Knochenspitze hinter der Fenestra ovalis ausgeht und zur Fussplatte des Steigbügels an der Stelle gelangt, welche den hinteren Schenkel des Steigbügels aufnimmt.

Ein in früherer Zeit beschriebener grosser Erschlaffer, M. laxator tympani major, ist nichts anderes als das oben beschriebene vordere Hammerband. Ein kleiner Erschlaffer des Trommelfells, M. laxator tympani minor, stimmt mit dem äusseren Hammerband überein.

e) *Schleimhaut der Paukenhöhle.*

Die Scheimhaut der Paukenhöhle ist zart, röthlich, gefässreich, eine Fortsetzung der Tubenschleimhaut, und überzieht die Wände der Paukenhöhle sowie alle (dem Scheine nach) in ihr enthaltenen Theile, wie die Gehörknöchelchen, die Chorda tympani, welche als in sie eingestülpte Organe zu betrachten sind. Was die Bekleidung der Gehörknöchelchen betrifft, so ist natürlich die Vorhofsfläche der Steigbügelplatte davon ausgenommen, ebenso der in der Propria des Trommelfells enthaltene Theil des Manubrium mallei. Sie streicht über die Gelenkverbindungen der kleinen Knochen hinweg und geht so von einem Knochen auf den anderen über. Auch die Ligamenta mallei und incudis, sowie die Sehnen des Trommelfellspanners und des M. stapedius erhalten von ihr einen Ueberzug. Einen Theil der zu bekleidenden Organe umschliesst sie genau, einen anderen überragt sie in Gestalt von Säumen und Falten; mit einem Rand sind sie an der Wand der Paukenhöhle befestigt, mit dem andern ragen sie frei in dieselbe hinein. Einige von diesen Falten sind durch ihre Grösse und Beständigkeit vor den übrigen ausgezeichnet. Sie werden nach den Knochen, an welche sie sich anschliessen, Hammer-, Ambos- und Steigbügelfalte genannt.

Die Hammerfalte liegt am oberen Theil der lateralen Wand der Paukenhöhle, in der Nähe des Trommelfells, dessen oberen Rand sie verdeckt. Ein Theil des langen Fortsatzes des Hammers, sowie die Chorda tympani sind in dieser Falte enthalten.

Die Ambosfalte geht von der hinteren Wand der Paukenhöhle aus schräg am langen Fortsatz herab und endet über dem Ossiculum lenticulare.

Die Steigbügelfalte hüllt den Steigbügel mit seinem Lig. obturatorium ein und spannt sich auch zwischen der Sehne des M. stapedius und einem feinen Knochenstäbchen aus, welches sich von der Spitze der Eminentia pyramidalis zum Rand der Fenestra ovalis erstreckt.

Durch den Aditus ad cellulas mastoideas setzt sich die Paukenschleimhaut

in die Höhlungen des Processus mastoideus fort und bekleidet nicht bloss alle Knochenblätter, sondern bildet für sich allein fernere Wände und Unterabtheilungen oder spannt sich in eigenthümlich geformten Strängen zwischen den Wänden aus.

Was den Bau der Paukenschleimhaut betrifft, so besteht letztere wie anderwärts aus einem epithelialen und bindegewebigen Theil. Das Epithel der Wände ist ein cylindrisches Flimmerepithel mit Ersatzzellen (Fig. 473). Die innere Platte des Trommelfells ist dagegen von einem einschichtigen Plattenepithel überkleidet. Der Uebergang der einen in die andere Form findet am Innenrand des Annulus fibrocartilagineus statt. In dieser Gegend wird eine Strecke weit flimmerndes Plattenepithel angetroffen. Das Epithel der Falten und Gehörknöchelchen besteht aus einem zwei- bis dreischichtigen, nicht flimmernden Plattenepithel.

Fig. 473.

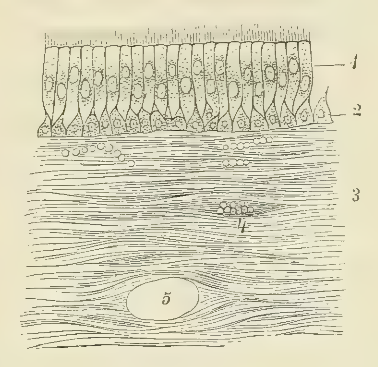


Fig. 473. Durchschnitt durch die Schleimhaut der Labyrinthwand der Pauke eines Erwachsenen. (Nach Brunner). $^{350}/_{1}$.

1, Flimmerndes Cylinderepithel; 2, tiefe Zellenlage; 3, Bindegewebsgerüst; 4 und 5, Gefässdurchschnitte.

Der bindegewebige Theil der Schleimhaut ist mit dem Periost so innig verbunden, dass eine besondere Abgrenzung beider fehlt.

In der vorderen Abtheilung der Paukenschleimhaut fehlt es nicht ganz an Drüsen. Dieselben sind theils kurze ovale Schläuche von 0,1 mm Länge (Krypten), theils längere, schräg gelagerte, mit seitlichen Acinis versehene Gebilde. Im hinteren Theil der Paukenhöhle sowie in der Schleimhaut der Cellulae mastoideae fehlen Drüsen.

Die Schleimhaut der Cellulae mastoideae ist dünner, ärmer an Blutgefässen und darum blasser, mit Plattenepithel bekleidet. Im Verlauf der oben erwähnten Schleimhautspangen und -Fäden sind hie und da concentrisch gestreifte Verdickungen wahrnehmbar, die von einem bindegewebigen Axenstrang durchsetzt werden.

Gefässe und Nerven der Paukenhöhle.

Die arteriellen Blutgefässe der Paukenhöhle stammen von der A. stylomastoidea, aus dem Ramus petrosus (superficialis) der A. meningea media, aus einem Ramulus carotico-tympanicus der Carotis interna, sowie aus der A. tympanica. Die grösseren Gefässe liegen in den tieferen Bindegewebslagen, während die oberflächlichen Schichten reich an Capillaren sind. Auch in die kleinen Knochen treten von hier aus feine Gefässe über.

Die Venen führen zu den Venae meningeae mediae, zur Vena auricularis profunda und zum Plexus pharyngeus.

Die Lymphgefässe bilden einen tiefen, dem Periost benachbarten Plexus, in welchem starke sackartige Erweiterungen vorkommen [Kessel]. Am oberen

Rand des Trommelfells und an der Decke der Paukenhöhle findet sich in der Schleimhaut reticuläres Bindegewebe mit eingelagerten Lymphkörperchen; das reticuläre Gewebe kann stellenweise zu Follikeln unvollständig abgegrenzt sein. Das reticuläre Gewebe am oberen Trommelfellrand wurde von Nassiloff (1869) als Lymphdrüse beschrieben.

Die Nerven stammen aus dem Plexus tympanicus, welcher zerstreute und in Gruppen liegende Ganglienzellen enthält. Nur der kleinste Theil der Fasern des als Plexus tympanicus bezeichneten Geflechtes ist indessen für die Paukenhöhle bestimmt; die meisten sind vielmehr an der inneren Paukenhöhlenwand bloss vorbeiziehende und sie überschreitende Bündel, deren Bahnen oben (S. 555) bereits beschrieben worden sind.

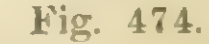
b) Aeusseres Ohr, Auris externa.

Das äussere Ohr wird durch den an der Seite des Kopfes hervorragenden Theil, die Ohrmuschel, und einen mit ihr zusammenhängenden Kanal, den äusseren Gehörgang gebildet, welcher an seinem inneren Ende durch das Trommelfell abgeschlossen ist.

1) Die Ohrmuschel, Auricula, Pinna.

Die Ohrmuschel ist eine von einer ausgedehnten Knorpelplatte gestützte Hautplatte von eigenthümlicher Gestalt, welche aus einem Kranz zusammengeflossener kleiner Hügel hervorgeht, die eine mittlere vertiefte Stelle, den äusseren Gehörgang umlagern. So bildet die Ohrmuschel auch beim Erwachsenen einen Wall, welcher den Zugang zum äusseren Gehörgang umschliesst und nur am vorderen Rand einen Ausschnitt besitzt.

Die Ohrmuschel hat im Allgemeinen eine einer Muschelschale entsprechende äussere (hintere) convexe, und eine innere (vordere) concave Oberfläche, die mit besonderen Erhebungen und Vertiefungen versehen ist. Die Länge der Ohrmuschel wechselt zwischen 5 und 7 cm, die Breite zwischen 3 und 3,5 cm. Auch die Stellung der Ohrmuschel zum Kopfe zeigt manche Verschiedenheiten, indem ihr Abstand vom Kopfe und die Richtung ihrer Längsaxe eine wechselnde ist. Der Rand der Ohrmuschel ist in dem grössten Theil seiner Länge nach innen, nach der concaven Fläche umgebogen. So entsteht eine, die oberen drei Viertheile der Ohrmuschel umgebende Leiste (Fig. 474); man nennt sie die Ohrleiste oder Ohrkrempe, *Helix auriculae*. Ihr Anfangstheil über dem äusseren Gehörgang heisst Crista helicis. Einwärts von der Ohrleiste läuft eine andere Erhebung, die Gegenleiste, Nebenleiste, Nebenkrempe, *Anthelix* (3), welche oberhalb der Gehöröffnung mit zwei Schenkeln beginnt, einem Crus anthelicis superius und inferius, die nach kurzem Verlauf zusammenfliessen, um den Anthelix zu bilden. Am vordern Rand der Ohrmuschel ragt ein


Fig. 474.

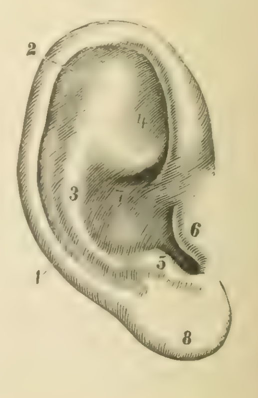


Fig. 474. Aeussere Fläche der Ohrmuschel der rechten Seite. $^{2}/_{3}$.

1, Helix. 2, Fossa helicis. 3, Anthelix. 4, Fossa anthelicis. 5, Antitragus. 6, Tragus. Zwischen 5 und 6, Incisura intertragica. 7, Concha; zwischen 6 und 7, Sulcus. 8, Lobulus auriculae.

die Ohröffnung von vorn theilweise deckender Vorsprung nach hinten, die Ecke, vordere Ohrklappe, *Tragus* (6). Hinter ihr, durch einen tiefen, unteren Einschnitt, Ohreinschnitt, *Incisura intertragica s. semilunaris* von ihr getrennt, liegt ein von hinten-unten nach vorn-oben strebender Fortsatz, die Gegenecke, hintere Ohrklappe, *Antitragus* in welche die Gegenleiste nach unten ausläuft. Unterhalb der Gegenecke und der Incisura intertragica hat die Hautfalte keine knorpelige Stütze mehr, sondern schliesst Fettgewebe ein; dieser Theil des äusseren Ohres ist das Ohrläppchen, *Lobulus auriculae.*

Zwischen der Leiste und Gegenleiste liegt eine dem Ohrrand entsprechend gekrümmte Furche, die kahnförmige Grube, *Fossa helicis s. scaphoidea s. navicularis s. Scapha* (2), die gegen das Ohrläppchen hin flach wird und in dessen vordere (laterale) Fläche übergeht. Oben und vorn läuft die Fossa helicis in eine breitere, zwischen den beiden Schenkeln des Anthelix sich ausdehnende Grube aus, in die dreieckige oder eiförmige Grube, *Fossa triquetra s. ovalis s. anthelicis*, s. Cavitas innominata. Von der Gegenleiste, Ecke und Gegenecke begrenzt dehnt sich die Hauptvertiefung der Ohrmuschel aus, die Muschelhöhle, *Concha s. Fossa conchae.* Sie wird durch den Leistenschenkel in eine kleine obere Abtheilung, Cymba conchae, und eine untere grössere, *Cavitas conchae*, getheilt. Jene Furche, welche von der seitlichen Gesichtswand aus, zwischen Leiste und Ecke zur Fossa conchae führt, heisst Ohrfurche, *Sulcus auris anterior.*

An der dem Kopfe zugewendeten hinteren oder äusseren Fläche der Ohrmuschel sind die Vertiefungen der entgegengesetzten Fläche als Erhabenheiten ausgeprägt. Man hat hier also die Eminentia scaphae, Eminentia fossae triangularis und Eminentia conchae zu unterscheiden. Der Gegenleiste dagegen entspricht die Fossa anthelicis, die sich ebenfalls in zwei Schenkel theilt.

Fassen wir nach Betrachtung der Form der Ohrmuschel die Bestandtheile derselben in's Auge, so sind als solche zu bezeichnen: 1) die Haut, 2) der Ohrknorpel, 3) die Ohrbänder, und 4) die eigenen kleinen Muskeln des Ohrknorpels.

1) Die Haut.

Die Haut der Ohrmuschel hängt mit der Haut der benachbarten Theile ununterbrochen zusammen, überkleidet den Knorpel und seine Muskeln und ist, mit Ausnahme der hinteren Fläche, über welche sie mehr schlaff hinwegzieht, straff an ihn geheftet. Sie ist fettlos und dünn an den von Knorpel gestützten Theilen der Ohrmuschel, nimmt aber im Gebiet des Ohrläppchens reichlich Fett in ihre subcutane Schicht auf. Sie besitzt zahlreiche kleine Talgdrüsen, welche besonders dicht in der Fossa conchae und triquetra stehen, hier auch eine bedeutendere Grösse gewinnen, an den hervorragenden Theilen dagegen weniger entwickelt sind. In der Umgebung der äusseren Gehöröffnung finden sich zarte und kurze, bei älteren Leuten feste und dicke Haare, Tragipili, die als ein den Augenbrauen, den Cilien des Augenlides, der Behaarung der Mund- und Nasenöffnung entsprechendes Schutzmittel aufzufassen sind, am Tragus oft eine ansehnliche Länge erreichen, dicht stehen und dadurch das sogenannte Eckenbärtchen, *Barbula tragi*, hervorbringen. Die Haare des Eingangs

setzen sich in solche des Gehörgangs unmittelbar fort, welchen die gleiche Bedeutung zukommt.

Gefässe der Ohrmuschel. — Die A. auricularis posterior aus der äusseren Kopfschlagader hat ihr Verzweigungsgebiet besonders an der hinteren Wand der Ohrmuschel, sendet jedoch auch Zweige um den Ohrmuschelrand und durch den Knorpel hindurch zur vorderen Wand. Zu letzterer gelangt ausserdem noch die A. auricularis anterior aus der A. temporalis superficialis. Zur hinteren Wand ziehen gewöhnlich auch kleine Aeste aus der A. occipitalis.

Die Venen entsprechen in ihrem Verlauf den Arterien: sie gelangen zur Schläfen- und zur Gesichtsvene.

Nerven der Ohrmuschel. — Der N. auricularis magnus aus dem Plexus cervicalis versorgt den grösseren Theil der hinteren Fläche der Ohrmuschel und sendet feine Aeste mit den Zweigen der hinteren Ohrarterie zur vorderen Fläche der Ohrmuschel. Der N. auricularis posterior (S. 551) aus dem N. facialis verbindet sich mit dem Ramus auricularis vagi und gibt den Mm. retrahentes auriculae Zweige. Der N. auriculo-temporalis (S. 545) sendet seine Ohrzweige zur vorderen Wand der Ohrmuschel.

2) **Der Knorpel der Ohrmuschel, Ohrknorpel, Cartilago auriculae.**

Der Ohrknorpel zeigt wesentlich dieselben Erhöhungen und Vertiefungen, welche von der Ohrmuschel als Ganzem beschrieben worden sind. Allein seine Ausdehnung nach abwärts ist eine geringere; ausserdem besitzt er einige Besonderheiten der Form, welche durch den Hautüberzug verdeckt werden (s. Fig. 475 und 476).

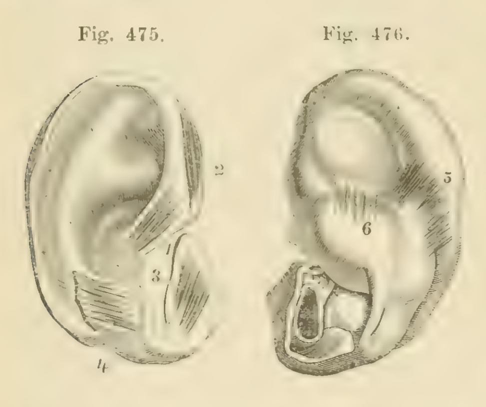


Fig. 475. Aeussere Fläche des Ohrknorpels mit ihren Muskeln. $^2/_3$.

1, M. helicis minor. 2, M. helicis major. 3, M. tragicus. 4, M. antitragicus.

Fig 476. Innere Fläche des Ohrknorpels mit ihren Muskeln. $^2/_3$.

5, m. Transversus auriculae. 6, M. obliquus auriculae.

Am Anfangstheil der Leiste, vor dem Tragus, findet sich am Ohrknorpel eine höckerförmige, zugespitzte Hervorragung, der Dorn der Leiste, *Spina helicis.* Das Endstück der Leiste ist durch einen tiefen Einschnitt von der Gegenecke getrennt und erscheint darum als ein Fortsatz der Leiste, Cauda s. Processus helicis. An der Eminentia fossae conchae (der hinteren Fläche des Ohrknorpels) ist die Ansatzstelle des M. auricularis posterior durch einen senkrechten Vorsprung bezeichnet, welcher einer Verdickung der Wand entspricht, *Agger perpendicularis* s. Ponticulus genannt wird und sich von der Wölbung der oberen zu derjenigen der unteren Abtheilung der Concha erstreckt. Die Vertiefung zwischen beiden Wölbungen der Concha heisst Grube des Leistenschenkels, *Fossa cruris helicis.* Zwischen dem Anfangstheil des Helix und dem Tragus ist der Ohrknorpel tief ausgeschnitten; man nennt diesen Ausschnitt *Incisura s. Scissura trago-helicina*; der Ausschnitt zieht sich längs dem oberen Rand des Ge-

hörgangknorpels in die Tiefe. Seiner Festigkeit wegen scheint der Ohrknorpel leicht das Bestimmende in der Gestaltung des Ohres; aber hievon kann keine Rede sein, indem die wesentlichen Hautfalten bereits zu einer Zeit angelegt sind, in welcher zwischen ihnen noch keine Spur von Knorpel enthalten ist.

Der Knorpel der Ohrmuschel setzt sich in den Gehörgangknorpel, *Cartilago meatus auditorii externi* ununterbrochen fort und bildet mit ihm ein Ganzes. An verschiedenen Stellen besitzt der Ohrknorpel eine verschiedene Dicke, welche zwischen 0,3 und 2,8 mm wechselt. Seiner histologischen Beschaffenheit nach gehört der Ohrknorpel zu der Gruppe des Netzknorpels; an einigen Stellen nimmt er die Beschaffenheit von Faserknorpel an.

3) Bänder der Ohrmuschel.

Die Befestigung des Ohres an dem Kopf wird vermittelt durch die Haut, durch den Zusammenhang des Knorpels der Auricula mit demjenigen des Gehörgangs, sowie durch fibrös-elastische Streifen, die Bänder der Ohrmuschel. Diese gehen von der Wurzel des Processus zygomaticus ossis temporum, von der Fascia temporalis und von dem Processus mastoideus aus und setzen sich am Perichondrium des Ohrknorpels fest. Sie heissen Ligamenta auricularia s. Valsalvae und können ihrem Ursprung entsprechend in ein anterius, superius und posterius getrennt werden. Sämmtliche Faserzüge hängen aber öfters durch zwischenliegende Bandmasse so ununterbrochen zusammen, dass man Arnold nicht Unrecht geben kann, wenn er nur ein einziges Ligamentum auriculare unterscheidet, welches sich an der Wölbung der muschelförmigen Vertiefung der Schädelfläche des Ohrknorpels befestigt. Diese Befestigung ist nicht sehr straff, so dass die Ohrmuschel durch die Mm. auricularis anterior, superior und posteriores nach verschiedenen Richtungen bewegt werden kann, während ihre gleichzeitige Wirkung die Ohrmuschel spannt und möglicherweise um einen geringen Grad erweitert.

4) Die eigenen Muskeln der Ohrmuschel (Fig. 475 und 476).

Ausser den unter 3 erwähnten Muskeln der Ohrmuschel, welche letztere als Ganzes bewegen und in der Muskellehre bereits beschrieben worden sind, findet sich eine Anzahl sehr kleiner Muskeln vor, welche zwischen einzelnen Abschnitten der Ohrmuschel ausgespannt sind. Fünf derselben liegen an der vorderen, zwei an der hinteren Fläche der Ohrmuschel. Zwei der vorderen Muskeln stehen mit dem Knorpel des Gehörgangs in Verbindung.

a) Musculus helicis major, grösserer Muskel der Leiste, entspringt von der Spina helicis, läuft aufwärts und befestigt sich am aufsteigenden Theil des Helix und der Sehne des Attollens auriculae.

b) M. helicis minor, kleiner Muskel der Leiste, liegt auf dem Crus helicis.

c) M. tragicus, Muskel der Ecke, ist platt und fast viereckig, entspringt unten am Tragus, bedeckt dessen äussere Fläche und heftet sich an den oberen Rand der Ecke.

d) M. antitragicus, Muskel der Gegenecke, liegt schräg auf der Gegenecke, entspringt am hinteren Rand der Gegenecke und setzt sich an deren vorderen Rand an.

e) M. pyramidalis auriculae s. Jungii, entspringt breit vom oberen

Rand der Ecke und setzt sich spitz an die Spina helicis. Er wird auch als Theil des M. tragicus betrachtet.

An der hinteren Fläche der Ohrmuschel liegen:

f) M. transversus auriculae, querer Ohrmuskel. Er besteht aus radiären Fasern, welche von der Eminentia conchae besonders zur Eminentia scaphae verlaufen und die Fossa anthelicis überbrücken.

g) M. obliquus auriculae, schräger Muskel des Ohres. Er zieht vom oberen Rand der Eminentia conchae schräg zur Eminentia fossae triangularis in die Höhe.

Zu diesen Muskeln gesellt sich hie und da der von Theile so genannte M. dilatator conchae, ein kleines Muskelchen, welches von der vorderen Fläche des knorpeligen Gehörgangs entspringt und sich am unteren Theil der vorderen Fläche der Ecke ansetzt. Es wurde von Santorini entdeckt und als M. incisurae majoris auriculae aufgeführt.

Zuweilen findet sich noch ein M. stylo-auricularis, ein Bündel des M. styloglossus, welches nach oben zum Knorpel des Gehörgangs zieht.

Die Nervenzweige der eigenen Ohrmuskeln stammen vom Facialis. Der Pyramidalis aber soll nach Jung beständig ein Aestchen vom N. temporalis superficialis erhalten.

Die eigenen Muskeln des Ohres, beim Menschen so klein, finden sich bei Säugethieren nicht allein mächtiger ausgebildet, sondern lassen auch deutlicher, oft in sehr ausgesprochener Weise, bestimmte Functionen erkennen. Sie gehören, wie sich aus ihrer genaueren Untersuchung ergibt, zu derselben Gruppe von Muskeln, wie die sogenannten mimischen Gesichtsmuskeln Dasselbe gilt von den Muskeln, die das Ohr als Ganzes bewegen. Für ihre Zugehörigkeit zur Gruppe der mimischen Gesichtsmuskeln spricht auch ihre Versorgung durch den Facialis.

2. Der äussere Gehörgang (Meatus auditorius externus).

Der äussere Gehörgang erstreckt sich vom Grunde der Fossa conchae bis zum Trommelfell und besteht aus einem knorpeligen und einem knöchernen Theil. Der knorpelige Theil ist die unmittelbare Fortsetzung der Ohrmuschel nach innen und nimmt ungefähr ein Drittheil, der knöcherne zwei Drittheile der Gesammtlänge in Anspruch. Der unregelmässigen Begrenzung der äusseren Oeffnung, sowie der in doppelter Richtung geneigten Lage des Trommelfells wegen, auch wegen der spiraligen Drehung, die der Gang beschreibt, hat die Messung der Länge mit einigen Schwierigkeiten zu kämpfen. Während seines Verlaufes nach innen erfährt der Gang eine winkelige Ausbiegung nach vorn, wie am besten Horizontalschnitte zeigen (s. Fig 477). An Frontalschnitten dagegen erscheint der Gang dorsalwärts gewölbt (Fig. 447) und liegt die grösste Höhe der convexen Wölbung weiter innen als die stärkste Ausbiegung nach vorn; letztere nämlich kommt dem knorpeligen, erstere dem knöchernen Theile zu. Der Abschluss des Gehörganges durch das Trommelfell erfolgt wie gesagt in schräger Richtung, indem dasselbe zur Medianebene des Schädels in einem nach oben und hinten offenen Winkel gestellt ist (Fig. 447 und 477).

Nach v. Tröltsch beträgt die in gerader Linie gemessene Länge an der vorderen Wand 2,7, an der unteren 2,6, an der hinteren 2,2, an der oberen

2,1 cm. Der Tragus ist dabei als Grenze der vorderen Wand nicht angenommen, sondern als äussere Grenze des Gehörgangs eine durch die Grenze der **hinteren** Wand gelegte Sagittalebene zu Grunde gelegt.

Fig. 477.

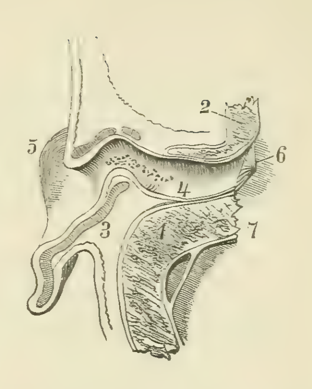
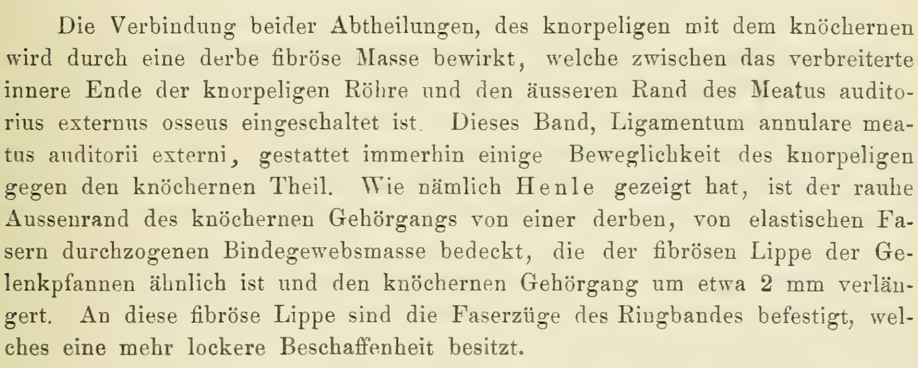


Fig. 477. Der Gehörgang der linken Seite durch einen Horizontalschnitt getheilt, untere Hälfte. (Nach Sömmerring).

1, hinterer Theil; 2, vorderer Theil der knöchernen Wand; 3, Schnittfläche der Ohrmuschel; 4, untere Wand des Gehörganges mit zahlreichen Oeffnungen von Ohrenschmalzdrüsen; 5, Ohrläppchen; 6, Trommelfell; 7, harte Hirnhaut.

Die Weite des Gehörgangs ist in der Mitte, also am Anfangstheil des knöchernen Kanales am geringsten. Der grösste Durchmesser des Querschnitts beträgt am Eingang 8 bis 9, in der Tiefe dagegen 6—7 mm. Doch kommen beträchtliche individuelle Schwankungen vor.



Die Verbindung beider Abtheilungen, des knorpeligen mit dem knöchernen wird durch eine derbe fibröse Masse bewirkt, welche zwischen das verbreiterte innere Ende der knorpeligen Röhre und den äusseren Rand des Meatus auditorius externus osseus eingeschaltet ist. Dieses Band, Ligamentum annulare meatus auditorii externi, gestattet immerhin einige Beweglichkeit des knorpeligen gegen den knöchernen Theil. Wie nämlich Henle gezeigt hat, ist der rauhe Aussenrand des knöchernen Gehörgangs von einer derben, von elastischen Fasern durchzogenen Bindegewebsmasse bedeckt, die der fibrösen Lippe der Gelenkpfannen ähnlich ist und den knöchernen Gehörgang um etwa 2 mm verlängert. An diese fibröse Lippe sind die Faserzüge des Ringbandes befestigt, welches eine mehr lockere Beschaffenheit besitzt.

Der Knorpel des äusseren Gehörgangs, eine Fortsetzung oder ein Theil des Ohrknorpels, bildet keine geschlossene Knorpelröhre, sondern eine Knorpelrinne, welche die untere Wand des knorpeligen äusseren Gehörgangs einnimmt, während die obere kürzere Wand aus dem elastisch-fibrösen Gewebe der Incisura trago-helicina gebildet und an den Processus zygomaticus ossis temporum befestigt wird. Die Knorpelrinne, die untere Wand also, wird meistens von zwei Spalten, Incisurae Santorinianae, durchbrochen, die grösstentheils von elastisch-fibrösem Gewebe, zuweilen mit einigen Muskelfasern ausgefüllt werden.

Der knöcherne Gehörgang hat im vertikalen Durchschnitt eine ovale Form. In der äusseren Abtheilung steht die lange Axe des Ovals senkrecht, in der inneren schräg. Dabei verläuft der Kanal schräg nach innen und vorn (Fig. 477). Er wird vorzüglich durch die Pars tympanica des Schläfenbeins und zu einem kleineren Theil durch die Pars squamosa dieses Knochens gebildet. Er endigt mit einem Falz, Sulcus membranae tympani s. tympanicus, in welchem das Trommelfell befestigt ist; nur am oberen Theil des Umfangs fehlt der Falz und befindet sich an dieser Stelle ein Ausschnitt, die Incisura tympanica.

Der Gehörgang wird im Innern von einem dünnen Perichondrium und Periost, sowie von einer Fortsetzung der äusseren Haut bekleidet, die bei tieferem Eindringen weicher und feiner, aber fest mit dem Periost verbunden ist. Eine

Fortsetzung dieser Haut geht auf das Trommelfell über und bildet dessen äussere Platte.

Die Haut des äusseren Gehörgangs besitzt ein starkes Plattenpithel. Die Ausstattung des Eingangs mit Haaren wurde schon oben hervorgehoben; sie setzt sich über den ganzen knorpeligen Theil fort; im knöchernen Theil werden die Haare kleiner, spärlicher und fehlen endlich ganz. Wie anderwärts, so sind auch hier die Haare mit Talgdrüsen versehen. Ausser den letzteren kommen in grosser Anzahl tubulöse, einen terminalen Knäuel bildende Drüsen vor, die Glandulae ceruminosae, Ohrenschmalzdrüsen. Die grössten beherbergt der knorpelige Gehörgang; sie erstrecken sich jedoch in verminderter Grösse bis zum Grund des Gehörgangs. Der kugelige oder ovale Knäuel von 0,5 bis 1 mm Dicke liegt bis 2 mm unter der Oberfläche, in Maschen des subcutanen Gewebes der Knorpel- und Beinhaut. Der Drüsenkanal mündet wenig gewunden zwischen den Haarbälgen aus. Sie sondern ein zum Theil fettiges, halbflüssiges, gelbliches, bitteres Sekret ab, das Cerumen auris. Dieses Sekret ist zugleich mit den Haaren als ein Schutzmittel des Gehörorgans zu betrachten. Die Glandulae ceruminosae sind von Stenson entdeckt worden; auf die tubulöse Beschaffenheit ihrer Glomeruli machte Pappenheim (1838) aufmerksam.

Gefässe und Nerven. Die Arterien des äusseren Gehörgangs stammen von der A. auricularis posterior, maxillaris interna und temporalis. Die Venen ergiessen sich besonders in die untere Ohrblutader. Die Nerven stammen vom N. auriculo-temporalis (Ramus meatus auditorii externi) und aus dem Ramus auricularis vagi.

3. Das Trommelfell, Membrana tympani (Fig. 447; 477; 478, A u. B).

Das Trommelfell ist der dünnste Theil der hinteren Gesichtswand, welcher in seiner Beschaffenheit Umwandlungen erfahren hat, die seiner akustischen Bedeutung entsprechen. Obwohl seine Dicke nur etwa $^1/_{10}$ mm beträgt, so ist die Festigkeit doch eine ansehnliche, die Elasticität dagegen eine sehr unbedeutende, wie es seiner Aufgabe entspricht. Es bildet eine Scheidewand zwischen äusserem und mittlerem Ohr und kann daher sowohl bei diesem, als bei jenem betrachtet werden.

Fig. 478.

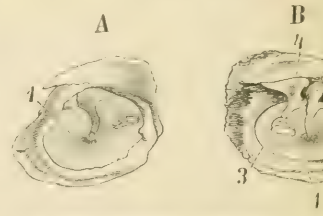


Fig. 478. Das Trommelfell in seiner Lage.

A, äussere Fläche. B, innere Fläche. An der äusseren Fläche ist die Lage der Gehörknöchelchen durch Schraffirung angedeutet; an der inneren Fläche sieht man diese selbst in ihrer relativen Lage. 1, Trommelfell. 2, Hammer. 3, Steigbügel. 4, Ambos.

Seiner Form nach stellt das Trommelfell eine nahezu kreisförmige, leicht elliptische Scheibe dar, welche von hinten-oben nach vorn-unten 10 bis 11 mm, in der darauf senkrechten Richtung dagegen nur etwa 9 mm Durchmesser besitzt. Was seine Aufstellung im Gehörgang betrifft, so wurde schon oben (S. 820) angegeben, dass es eine in doppelter Richtung, sowohl nach unten als nach vorn geneigte Lage besitzt. Sein unterer und vorderer Rand liegen demgemäss 7, beziehungsweise 5 mm weiter medianwärts, als der obere und hintere. Mit der Axe des äusseren Gehörgangs bildet es einen Winkel von

ungefähr 55°. Der Uebergang des letzteren in die obere Wand des Trommelfells geschieht unter stumpfem, in die untere Wand unter spitzem Winkel. Das Trommelfell besteht aus drei Platten: einer äusseren, der allgemeinen Körperhülle entsprechenden; einer inneren, der Schleimhaut der Paukenhöhle angehörigen, und einer mittleren, fibrösen. Letztere, die Lamina propria, ist am Rand des Trommelfells verdickt und bildet einen sehnigen, von zerstreuten Knorpelzellen durchsetzten Wulst, Randwulst, Ringwulst, Sehnenring (*Annulus fibro-cartilagineus*), mit welchem das Trommelfell im Sulcus tympanicus der Pars tympanica befestigt ist. Am oberen Rand, im Gebiete der Incisura tympanica fehlt der Annulus fibro-cartilagineus und das Trommelfell setzt sich hier unmittelbar in die Haut des äusseren Gehörgangs fort.

Die Flächen des in seiner natürlichen Lage befindlichen Trommelfells sind nicht in einer Ebene ausgespannt. Sein Mitteltheil ist vielmehr trichterförmig nach innen, gegen die Paukenhöhle eingebogen. Diese Vertiefung heisst Nabel des Trommelfells, *Umbo membranae tympani*. Vom Rand zum Nabel ist das Trommelfell lateralwärts ausgebogen; es kehrt darum den ankommenden Schallwellen trotz der Gegenwart des Umbo eine äussere convexe Fläche dar [Helmholtz].

Mit dem Trommelfell steht eines der Gehörknöchelchen, der Hammer, in fester Verbindung, indem sich der Handgriff des Hammers, *Manubrium mallei*, fest in die Membrana propria des Trommelfells einfügt und von oben nach unten bis über die Mitte des Trommelfells herabreicht (s. Fig. 478). Diese Verbindung ermöglicht die verschiedene Spannbarkeit des Trommelfells, indem der Umbo durch den Handgriff weiter paukenhöhlenwärts gezogen werden kann.

Vom Anfangstheil des Hammerhandgriffs geht ein kurzer, kegelförmiger Fortsatz nach aussen ab, den wir als Processus brevis bereits kennen (s. oben S. 811). Dieser Fortsatz legt sich an die obere Abtheilung des Trommelfells von innen her an und bedingt dadurch eine aussen wahrnehmbare kleine, knopfförmige Hervorragung. Der oberhalb dieses, durch den Processus brevis erzeugten Wulstes gelegene Randtheil des Trommelfells, welcher dem Gebiet der Incisura tympanica angehört, ist nicht gespannt, sondern schlaff und sinkt medianwärts faltig ein. Dieser schlaffe Abschnitt des Trommelfells, Pars flaccida s. Membrana flaccida, besteht nur aus der verschmolzenen äusseren und inneren Platte, während die besondere mittlere Schicht fehlt. Zuweilen findet sich hier eine kleine Durchbrechung des Trommelfells, das sogenannte Foramen Rivini. Dasselbe wird jedoch von der Mehrzahl der Beobachter mit Recht als ein pathologisches Vorkommniss gedeutet.

Die mittlere Schicht, *Membrana propria s. fibrosa,* (Fig. 478 u. 479), auf deren Rechnung vor Allem die Stärke und Dicke des Trommelfells kommt, besteht aus Lamellen, von welchen jede ein Flechtwerk platter Fasern darstellt, die feine Lücken zwischen sich lassen. Zwischen den Bündeln liegen spärliche Zellen, welche die Spalträume begrenzen und deren Oberflächen genau angepasst sind. Man nennt sie meist Trommelfellkörperchen, ohne damit behaupten zu wollen, dass ihnen eine andere Bedeutung zukomme, wie den gewöhnlichen Zellen der Sehnen u. s. w. In denjenigen Lamellen, welche der äusseren Oberfläche zunächst liegen, haben die Fasern einen radiären Verlauf (s. Fig. 478); sie bilden die Radiärschicht der Membrana propria. Auf der

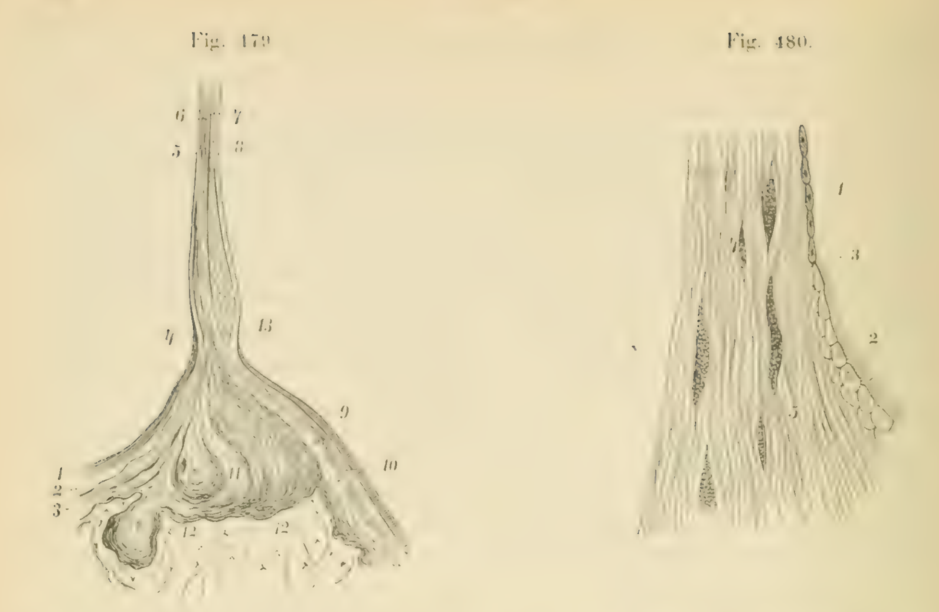


Fig. 479. Radiärer Durchschnitt durch den unteren Trommelfellrand mit den angrenzenden Theilen. (Nach Brunner).

1, Epidermis der Haut des äusseren Gehörganges. 2, Rete Malpighii. 3, Corium und subcutanes Bindegewebe. 4, Uebergang der Epidermis des Gehörganges in die Dermisschichte des Trommelfelles. 5, Dermisschichte des Trommelfelles. 6, radiäre Faserlage. 7, radiäre Faserlage, welche sich gegen den Rand verdickt. 8, Schleimhautschichte des Trommelfelles. 9, Schleimhautepithel der Pauke. 10, Schleimhautgrundlage. 11, Ringwulst. 12, Sulcus tympanicus. 13, Grenze des eigentlichen Trommelfelles.

Fig. 480. Radiärer Durchschnitt durch die Grenze des Ringwulstes am unteren Trommelfellrande. (Nach Brunner).

Die Figur stellt einen kleinen Abschnitt der Fig. 479 bei stärkerer Vergrösserung dar; 3. entspricht 13, in der letzteren Figur. 1, Plattenepithel der Trommelfellschleimhaut. 2, niederes Flimmerepithel der Paukenhöhlenschleimhaut am Ringwulste. 3, Grenze beider Epithelialbelege an der Grenze des eigentlichen Trommelfelles. 4, durchschnittene circuläre Fasern. 5, radiäre Fasern des Ringwulstes.

Innenfläche der Radiärschicht liegt die Circulärschicht, welche in der Nähe des Randwulstes ihre grösste Mächtigkeit besitzt, gegen die Mitte hin aber bedeutend abnimmt. Diese Circulärschicht ist es, welche durch ihren concentrischen Zug die Radien des Trommelfells nach aussen convex vorwölbt. Auf der Aussenfläche fehlen Circulärfasern nicht gänzlich, sie sind jedoch auf eine dünne Lage in einiger Entfernung vom Randwulst beschränkt.

Während die radiären Fasern im ganzen Umfang des Randwulstes mit dem letzteren in Verbindung stehen und sich mit dessen Bündeln verflechten, geht die Circulärfaserschicht nur stellenweise Verbindungen mit dem Randwulst ein, indem Faserbündel von ihr ausgehen, welche periphere Richtung einschlagen und in den Randwulst ausstrahlen.

Mit der Membrana propria des Trommelfells ist das Manubrium mallei sehr fest und in besonderer Weise verbunden. Der obere Theil des Griffs steckt innerhalb der circulären Schicht und ist durch Faserzüge, die zu ihm übertreten und ihn spiralig umwickeln, an sie befestigt. Die Hauptmasse der circulären Lage zieht sich dabei an der inneren Seite des Manubrium vorüber. Am unteren Ende des Griffs umgreifen die ankommenden radiären Fasern dessen vordere und hintere Fläche und bilden dadurch eine feste Verbindung. Der Hammergriff hat eine periphere Knorpellage, welche als ein Rest des knorpeligen

Stadiums des Hammers zu deuten ist und sich in wechselndem Grade erhält. Insbesondere befindet sich eine knorpelige Schicht längs der Berührungsfläche des Griffs mit der Aussenschicht der Membrana propria. Sie erstreckt sich bis auf die Spitze des Griffs und umgreift sie von unten her. Auf diese Knorpelschicht hat zuerst Gruber die Aufmerksamkeit gelenkt und sie als Knorpelgebilde des Trommelfells beschrieben.

Die Membrana propria des Trommelfells wird allgemein als eine zu physiologischen Zwecken günstig angeordnete und metamorphosirte tiefe Lage der Lederhaut betrachtet. Hat man zu dieser Annahme begründete Veranlassung, wie es allerdings am nächsten liegt, so gehört das Trommelfell zum weitaus überwiegenden Theil der äusseren Haut an und ist darum auch richtiger mit den Theilen des äusseren Ohres abzuhandeln, wie es hier geschah.

Die eigentliche Hautschicht des Trommelfells, oder das Stratum externum desselben, bildet eine Fortsetzung der Haut des äusseren Gehörgangs. Haare und Drüsen fehlen dem Trommelfell vollständig. Die Papillen der Haut erstrecken sich dagegen in dem hinteren oberen Theil bis zum Processus brevis, ausserdem nur bis zum Randwulst. Die Oberhaut und Lederhaut nehmen vom Umfang des Trommelfells zum Handgriff allmählich ab, erreichen aber längs des Handgriffs wieder grössere Mächtigkeit, indem hier stärkere Gefässe verlaufen. Das Stratum internum des Trommelfells (Fig. 480) besteht aus einem einschichtigen Plattenepithel und einem dünnen bindegewebigen Theil. Innerhalb dieses bindegewebigen Theils hat sich ein Netz von Faserbündeln herausgebildet, welches von Gruber als dendritisches Gebilde des Trommelfells zuerst beschrieben worden ist. An der Peripherie des Stratum internum kommen sparsame warzenförmige Gefässpapillen vor.

Das Stratum externum erhält seine Blutgefässe aus einem Aste der A. auricularis profunda, welcher von oben her auf das Trommelfell übertritt, längs des Handgriffs herabläuft und seine capillaren Zweige in radiärer Richtung aussendet. Die venösen Bahnen sammeln sich in einem das Manubrium umgebenden und einem randwärts gelegenen Plexus. Beide führen zu Begleitvenen der Arterie. Die Lymphgefässe des Stratum externum sind zahlreich. Sie durchkreuzen die Blutgefässnetze und gelangen mit stärkeren Stämmchen zum Rand des Trommelfells, wo sie mit denjenigen des äusseren Gehörgangs zusammenhängen. Die Nerven stammen vom N. membranae tympani, der mit dem Trommelfellast der A. auricularis profunda verläuft und sich in einen oberflächlichen und tiefen Plexus auflöst. Wahrscheinlich endet die Mehrzahl der Fasern im Epithel. Ausser diesen beiden Plexus kommen Gefässnerven vor.

Das Stratum internum besitzt zahlreiche Blutgefässe, vorwiegend Capillaren, die von der Schleimhaut des Randwulstes herstammen. Längs des Manubrium mallei steigen auch feine arterielle Aeste aus der A. stylomastoidea herab. Lymphgefässe und Nerven sind spärlich, letztere grossentheils Gefässnerven. Die Membrana propria hat kein eigenes Gefässnetz, sondern wird nur von capillaren Verbindungszweigen zwischen den Blutgefässen der beiden Grenzplatten durchzogen. Ausser den kleinen, zwischen den Bündeln verbreiteten Saftkanälchen kommen auch zerstreute grössere, vollständig mit Endothel bekleidete Lücken vor; beide sind zuerst von Kessel genauer nachgewiesen worden.

Entwicklungsgeschichte der Sinnesorgane.

Wie die Entwicklungsgeschichte im Allgemeinen als ein Schlüssel zum Verständniss einer fertigen Organisation zu betrachten ist, so verhält es sich auch bei den Sinnesorganen. Es ist daher am Platze, dieses Hilfsmittel auch den Sinnesorganen gegenüber in Betrachtung zu ziehen. Doch muss es genügen, aus dem reichen Stoff nur diejenigen Hauptpunkte hervorzuheben, welche für die ganze Auffassung der Sinnesorgane als massgebend zu betrachten sind.

1. Das Gefühlsorgan.

Die äussere Haut entwickelt sich von zwei Theilen aus, dem Hornblatt (Fig. 297) und einer oberflächlichen Schicht des mittleren Keimblattes, welches die bindegewebigen Bestandtheile liefert, während das Hornblatt der Epidermis und allen ihren Gebilden den Ursprung gibt. Die Hauptrolle bei der Formung der Hautgebilde fällt dabei dem Hornblatt zu.

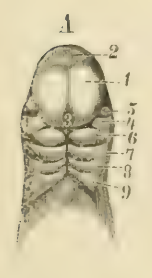
Die Epidermis des Menschen besteht im ersten Monat nur aus zwei Zellenlagen, einer oberflächlichen und einer tiefen, von welchen letztere die erste Andeutung des Rete Malpighii darstellt. Die Lederhaut ist in der ersten Anlage begriffen. Ohne Vertiefungen, ohne Erhebungen zu bilden, stellt sie eine glatte Hülle des Gesammtkörpers dar. Zur Entwicklung von Vertiefungen (Drüsenanlagen) und Erhebungen (Papillen) kommt es erst in späterer Zeit, nachdem die Epidermis allmählich mehrschichtig geworden und zu einer ansehnlichen Platte herangewachsen ist.

Die Nerven der Haut wachsen von den Centralorganen des Nervensystems gegen die Haut vor und dringen theils in die Epidermis ein, theils verbleiben sie in der Lederhaut. Das Bindegewebe der letzteren liefert die Bestandtheile der Terminalkörperchen, abgesehen von der Terminalfaser selbst, wie dies bereits früher von den Tastkörperchen, Vater'schen Körperchen u. s. w. hervorgehoben worden ist (s. oben S. 679, 684).

2. Das Geruchsorgan (Fig. 481, A u. B).

Das Geruchsorgan nimmt seinen Ausgangspunkt von zwei symmetrisch gelegenen epithelialen Einsenkungen, die ganz vorn am Kopfe gelegen sind und seit K. E. v. Baer die Riechgruben oder Riechgrübchen genannt werden. Diese Riechgrübchen entstehen ganz unabhängig von der Mundhöhle als selbständige Gebilde. Nach ihrer Anlage gelangen sie in den Bereich der Mund-

Fig. 481.



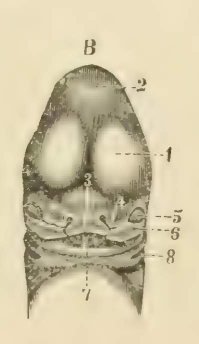


Fig. 481. A. Kopf eines menschlichen Embryo von 3 Wochen. (Nach Ecker). $^{10}/_{1}$.

1, Grosshirn. 2, Mittelhirn. 3, Stirnfortsatz. 4, Oberkieferfortsatz. 5, Auge. 6, Unterkieferfortsatz. 7, zweiter, 8, dritter, 9, vierter Kiemenbogen.

B. Kopf eines menschlichen Embryo von 5 Wochen. (Nach Ecker). $^{10}/_{1}$.

1, Grosshirn. 2, Mittelhirn. 3, mittlerer, 4, seitlicher Stirnfortsatz. 5, Auge. 6, Oberkieferfortsatz. 7, Unterkiefer. 8, Kiemenbogen. Zwischen 3 u. 4 der Eingang zur Riechgrube, nach unten in die Nasenfurche sich fortsetzend.

höhle. In dritter Stufe aber trennt sich die grosse gemeinsame Mund-Nasenhöhle in zwei Abschnitte, einen oberen und einen unteren. Der obere wird zum respiratorischen Abschnitt der Nasenhöhle, so jedoch, dass aus den primitiven Riechgrübchen das eigentliche Labyrinth des Geruchsorgans seinen Ursprung nimmt. Der untere Abschnitt wird zur secundären (bleibenden) Mundhöhle. Im Einzelnen sind die Verhältnisse ziemlich complicirt und ist hier zunächst zu bemerken, dass das Labyrinth beim Menschen im dritten Fötalmonat in allen seinen wesentlichen Theilen bereits angelegt ist. Es fehlen dagegen noch sämmtliche Nebenhöhlen der Nase, wie die Stirnhöhlen, Oberkiefer-, Keilbein- und Siebbeinhöhlen. Während hiernach das Labyrinth des Geruchsorgans gleich dem Epithel der übrigen Nase aus dem Hornblatt hervorgeht, wachsen die Fila olfactoria schon frühzeitig vom Bulbus olfactorius aus gegen einen Theil des Labyrinth-Epithels vor, welcher in Folge dessen sich zum Neuro-Epithel umgestaltet.

Die Anlage der Riechgrübchen vollzieht sich beim Menschen im Verlauf der vierten Woche des Fötallebens. In der vorausgehenden Zeit ist von einem Grübchen noch nichts wahrzunehmen, sondern die Stirn besitzt noch einen gleichmässig runden ventralen Rand (Fig. 481), welcher die Mundhöhle begrenzt. Der Oberkieferfortsatz des ersten Kiemenbogens ist noch klein und hat eine stark seitliche Lage; die Unterkieferfortsätze berühren sich, sind aber noch nicht ganz miteinander verbunden.

Allmählich vertiefen und verlängern sich die Grübchen, indem sie von Wällen umsäumt werden. So entstehen die Nasenfurchen, welche sich bis zur Mundhöhle fortsetzen. Die Oberkieferfortsätze werden mächtiger und drängen gegen die Nasenfurche an. Die Ränder der letzteren vereinigen sich in der Mitte ihrer Länge und verwandeln sie dadurch in einen an beiden Enden offenen Kanal. So entstehen vordere und hintere primäre Nasenlöcher. Durch die beiden Nasenfurchen wird die ursprünglich einheitliche begrenzende Stirnwand in eine mittlere und zwei seitliche Abtheilungen geschieden. Erstere heisst Stirnfortsatz (mittlerer Stirnfortsatz), die beiden äusseren stellen die äusseren Nasenfortsätze (seitliche Stirnfortsätze) dar. Seitlich nimmt die Nasenfurche eine vom Auge ausgehende Rinne auf, die Thränennasenrinne (Fig. 481, B).

Die nächste grundlegende Veränderung besteht darin, dass vom Oberkieferfortsatz eine mit ihrem freien Rand anfangs abwärts, bald aber medianwärts gerichtete Platte hervorwächst, der Gaumenfortsatz (Fig. 482), aus welchem der bleibende Gaumen hervorgeht. Die beiden Gaumenfortsätze verwachsen nämlich miteinander und mit dem gegen den Mund vordringenden, vom mittleren Stirnfortsatz ausgehenden, anfangs unverhältnissmässig breiten Septum. Dieser

Fig. 482.

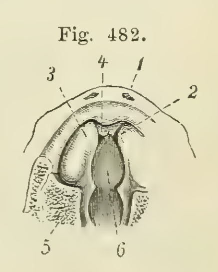


Fig. 482. Flächenansicht des Gaumens eines 3,8 cm langen menschlichen Embryo. (Nach Dursy).

1, äusseres Nasenloch. 2, inneres Nasenloch, lateralwärts begrenzt von 3, Oberkieferfortsatz, welcher beginnt, seinen Gaumenfortsatz zu entwickeln. 4, mit dem Oberkieferfortsatz bereits verwachsener Theil des mittleren Stirnfortsatzes (Zwischenkiefer). 5, Schnittfläche des Unterkiefers. 6, noch freie Mundhöhlenfläche des mittleren Stirnfortsatzes = Septum nasale.

Gaumen legt sich ausserdem vorn an die aus dem mittleren Stirnfortsatz hervorgegangenen Zwischenkiefer (Fig. 482) an, jedoch so, dass jederseits ein Gang erhalten bleibt, der Ductus nasopalatinus. So entstand die secundäre Nasenhöhle, welche dem Angegebenen zufolge aus zwei Bestandtheilen zusammengesetzt ist, der primären Nasenhöhle und einem Theil der primären Mundhöhle. Letzterer wird Ductus naso-pharyngeus genannt. Seine hintere Mündung bildet die Choane. Das hintere embryonale Nasenloch ist nunmehr eine auch beim Erwachsenen noch wahrnehmbare Verbindungsspalte zwischen der primären Nasenhöhle und dem unteren Theil der secundären Nasenhöhle. Die äussere Nase entsteht durch Hervorwachsen der Ränder der äusseren Nasenöffnungen.

Was das Jacobson'sche Organ betrifft, so nimmt dasselbe bemerkenswerther Weise frühzeitig seinen Ausgangspunkt als ein kleines Grübchen im Bereich der medialen Wand des noch flachen embryonalen Nasengrübchens [Dursy].

3. Das Geschmacksorgan.

Ueber die Hervorbildung der Geschmacksknospen aus Abschnitten des Epithels der Papillae vallatae und foliatae liegen neue Beobachtungen über das Kaninchen vor von Herrmann. Diesen zufolge unterscheidet sich das zukünftige Neuro-Epithel anfänglich in nichts von dem Epithel der Umgebung. Etwa gleichzeitig mit dem ersten Auftreten der Fasern des N. glossopharyngeus an der Epithelgrenze treten auch Umgestaltungen innerhalb des Epithels auf. Das Wesentliche des Vorgangs beruht darauf, dass bestimmte kleine Gruppen von Epithelzellen sich in die Länge zu strecken beginnen. Im mittleren Theil schwellen sie an, an den Enden sind sie zugespitzt. Hiedurch kommen eben kleine knospenförmige Gebilde zum Vorschein. Die erste Anlage und endliche Fertigstellung der Geschmacksknospen einer Papille geschieht nicht auf einmal, sondern schubweise, die einzelnen Knospenreihen entstehen nicht gleichzeitig, sondern in nahe aufeinander folgenden Zeiten. Bemerkenswerth ist ferner der Umstand, dass die Lage der Geschmacksknospen anfänglich eine dorsale ist; erst nach und nach rücken sie in ihre bleibende seitliche Lage ein.

4. Das Sehorgan.

Die Netzhaut und der Sehnerv gehen aus einer Blase hervor, welche einen Bestandtheil des primitiven Vorderhirns (des späteren Zwischenhirns) darstellt und als eine seitliche umfangreiche Ausstülpung desselben erscheint. Die Blase schliesst einen mächtigen Ventrikel ein, der mit dem Ventrikel des primitiven Vorderhirns in weiter Verbindung steht. Die Wand der primären Augenblase, wie sie heisst, ist ein Theil der Wand des primitiven Vorderhirns (Fig. 483). Sie wird darum auch Ophthalmencephalon, Sehlappen des Gehirns genannt.

Noch vor dem Auftreten des Grosshirns wird die primäre Augenblase vom vorderen Hirnbläschen durch eine Einschnürung abgesetzt, so dass hieraus ein deutlicher Stiel der Augenblase hervorgeht. Dieser Stiel ist die erste, noch hohle Anlage des Sehnerven (Fig. 484).

Zugleich mit der Abgliederung der Augenblase von ihrem Mutterboden geht ein anderer Vorgang einher, welcher als eine Einstülpung der Augenblase sich geltend macht. Diese Einstülpung geht Hand in Hand mit einer Einstülpung des Hornblattes, welches die primäre Augenblase deckt. Aus der

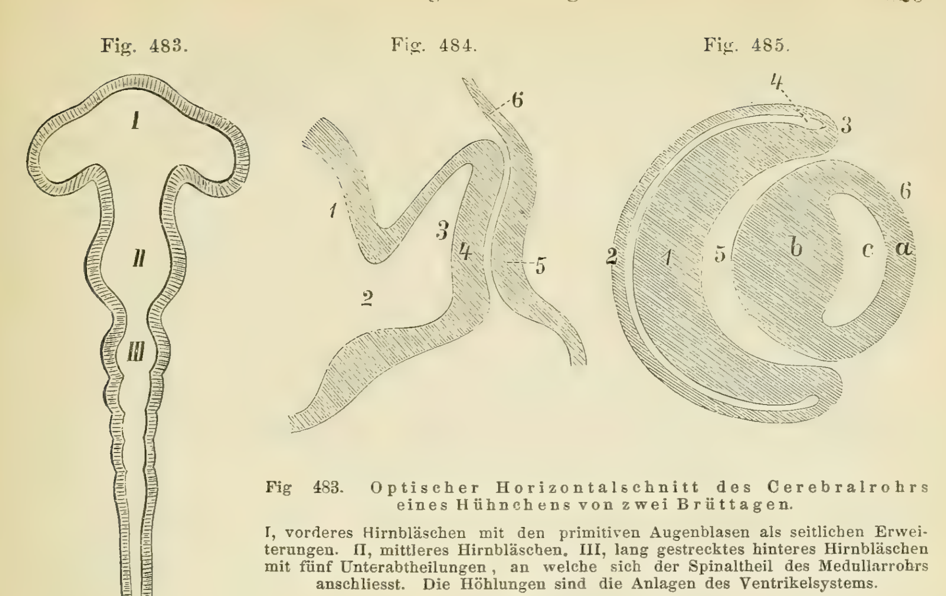


Fig 483. Optischer Horizontalschnitt des Cerebralrohrs eines Hühnchens von zwei Brüttagen.

I, vorderes Hirnbläschen mit den primitiven Augenblasen als seitlichen Erweiterungen. II, mittleres Hirnbläschen. III, lang gestrecktes hinteres Hirnbläschen mit fünf Unterabtheilungen, an welche sich der Spinaltheil des Medullarrohrs anschliesst. Die Höhlungen sind die Anlagen des Ventrikelsystems.

Fig. 484. Vertikalschnitt durch die primäre Augenblase und Linsengrube. Halbschematisch. 1, Hohlraum des primären Vorderhirns. 2, Hohlraum des Augenblasenstiels. 3, primäre Augenblase; ihre verdickte äussere Wand (4) im Beginn, durch die entstehende Linsengrube (5) eingestülpt zu werden. 6, Epidermis.

Fig. 485. Vertikaler Längsschnitt der Augenanlage seitlich von der Augenspalte und dem Augenblasenstiel.

1, inneres, 2, äusseres Blatt der secund. Augenblase. 3, ihr Umschlagsrand. 4, Spaltraum zwischen beiden Blättern. 5, Glaskörperraum. 6, Linse. a, deren vorderes, b, deren hinteres in Linsenfasern auswachsendes Epithel. c, ursprünglicher Hohlraum der Linse.

Hornblatt-Einstülpung nimmt die Linse ihren Ursprung. Wie die Fig. 484 und 485 zeigen, ist die Linse anfänglich ein verdickter Theil des Hornblattes; dieser senkt sich in die Tiefe und schnürt sich endlich gänzlich vom Hornblatt ab. Im eben abgeschnürten Zustand ist die Linse ein epitheliales Bläschen, welches einen Hohlraum einschliesst. Die vordere dünnere Wand wird zum vorderen Epithel der Linse; die hintere stärkere Wand gestaltet sich zu den Linsenfasern um. Das auswärts von der Linse gelegene Hornblatt wird zum Epithel der Cornea, Sclera u. s. w.

In Folge ihrer Einstülpung wird die primäre Augenblase zu einem Becher umgeformt, der eine doppelte Wand besitzt, eine äussere und eine innere (Fig. 485, bei welcher der Stiel nicht gezeichnet ist). Man nennt das vorliegende Gebilde den Augenbecher oder die secundäre Augenblase. Aus dem der primitiven Pupille benachbarten Theil des doppelwandigen Bechers geht die Pars ciliaris retinae hervor; aus dem grösseren hinteren Theil des Bechers entwickelt sich die Pars optica retinae. Das äussere Blatt liefert dabei die Pigmentlamelle, das innere den vielgeschichteten Hauptheil der Retina.

Das Epithel der Conjunctiva, die Linse und die gesammte Retina gehen dem Angegebenen gemäss aus dem Ektoblasten hervor. Dasselbe ist der Fall mit der Thränendrüse, dem Epithel der Thränenkanälchen und des Thränengangs. Die übrigen Theile des Auges entstammen dem Mesoblasten. Hierher gehören alle bindegewebigen und muskulösen Theile. So dringt Bindegewebe in den Raum zwischen dem Hornhautepithel und der Linse vor; aber auch in den

Raum zwischen der Linse und Retina; desgleichen um die Aussenfläche des Augenbechers. Eine Reihe von Wachsthumsvorgängen bringt auf dieser Grundlage die Cornea, Sclera und Vasculosa zu Stande. Letztere entspricht, wie man leicht erkennen wird, der Pia und Arachnoides cerebri, beide ersteren dagegen der Dura.

Die Iris entsteht in der Weise, dass ihre Pars retinalis einen Theil des zwischen ihr und dem Cornea-Epithel eingedrungenen Bindegewebes für sich selbst beansprucht; ein zwischen diesem und dem Hornhautbindegewebe sich anlegender Spaltraum gliedert die Iris ab und gibt zugleich der vorderen Augenkammer den Ursprung.

Bezüglich der Einstülpung der primären Augenblase ist noch ein besonderes Verhältniss zu beachten. Die Einstülpung findet nicht so statt, dass sie vom äusseren Pol der Augenblase aus concentrisch vorrückte. Vielmehr geschieht diese Einstülpung zugleich längs einer an der unteren, inneren und hinteren Wand hinziehenden Linie und greift auf den Stiel der Augenblase über. Die Wand des doppelblätterigen Bechers ist demzufolge längs der genannten Linie gespalten und gehen hier beide Blätter der secundären Augenblase ebenso in einander über, wie in Fig. 485. Das der primitiven Pupille entsprechende Loch ist jedoch hier eine linienförmige Spalte, man nennt sie die fötale Augenspalte (Chorioidalspalte). Durch diese Lücke, die sich später schliesst, eröffnet sich dem Mesoblastgewebe in der Umgebung der Augenblase und ihres Stieles ein ausgedehnter Weg in das Innere des Becherhohlraums.

Die zur Bewegung des Bulbus bestimmte Muskulatur stammt, wie sich aus den Verhältnissen der niederen Wirbelthiere ergibt, aus einer Fortsetzung der Urwirbelplatten in den vorderen Kopftheil.

Die Augenlider gehen aus spät auftretenden Falten der den Bulbus umgebenden Haut hervor, deren Ränder späterhin miteinander verkleben.

5. Das Gehörorgan.

Das Gehörorgan beginnt mit der Bildung einer kleinen Einsenkung des Hornblattes zu beiden Seiten des Medullarrohrs, an der Grenze des Hinter- und Nachhirns. Diese Einsenkung, Labyrinthgrübchen genannt, schnürt sich von dem umgebenden Hornblatt alsbald vollständig ab und wird dadurch zum Labyrinthbläschen. Aus diesem Bläschen geht der epitheliale Theil des gesammten inneren Ohres, d. h. des Labyrinthes hervor, welchem sich bindegewebige Bestandtheile frühzeitig anlegen. Der Ductus endolymphaticus entwickelt sich nicht aus dem Stiel des Bläschens, welcher letzteres mit dem Hornblatt verband, sondern aus einer selbständigen Ausbuchtung des Bläschens [Kölliker]. Aus Fortsätzen des Labyrinthbläschens gehen auch der Ductus cochlearis und die häutigen Bogengänge hervor. Die Zweitheilung des Bläschens in den Sacculus und Utriculus, sowie in die beiden Schenkel des Ductus endolymphaticus kommt durch Einschnürung zu Stande. Ein Theil der umgebenden Bindesubstanz wandelt sich in Knorpel um und bildet die knorpelige Labyrinthkapsel, welche mit dem Chondrocranium in unmittelbare Verbindung tritt und einen Theil desselben darstellt. Ein anderer Theil der Bindesubstanz bildet sich zu Gallertgewebe um, innerhalb dessen späterhin durch Verflüssigung die Scala tympani und vestibuli entsteht.

Das Tuben-Paukensäckchen ist ein laterales Divertikel des Kopfdarms (Recessus tubo-tympanicus), welches beständig mit der Schlundhöhle in offener Verbindung bleibt. Sein laterales blindes Ende erweitert sich allmählich zur Paukenhöhle, die in späterer Stufe auch in den Processus mastoideus des Schläfenbeins vordringt und zur Entstehung der Hohlräume desselben Veranlassung gibt. Der mediale Abschnitt des Tuben-Paukensäckchens wird zur bleibenden Tuba Eustachii.

Die Höhle des äusseren Gehörgangs ist anfänglich ein seichtes Grübchen der seitlichen Schlundwand im Bereich des Grenzgebietes zwischen dem ersten und zweiten Kiemenbogen. Dieses Grübchen wird umgrenzt von zwei Hügelpaaren, welche sich zur Ohrmuschel umgestalten. Zugleich mit der Erhebung der genannten Hügel vertieft sich der äussere Gehörgang. Sein Grund liegt der lateralen Wand des Tuben-Paukensäckchens gegenüber. Die zwischen beiden gelegene Gewebsplatte wird zum Trommelfell, welches sonach in seinem

Fig. 486.

Fig. 486. Entwicklung der Gehörknöchelchen.

A. Kopf und Hals eines menschlichen Embryo aus der 18. Woche. (Nach Kölliker).
Der Unterkiefer ist etwas nach oben gezogen, um den Meckel'schen Knorpel, M, zu zeigen, der zum Hammer führt. Das Trommelfell ist entfernt, und der Annulus tympanicus sichtbar, der mit seinem breiten Ende den Meckel'schen Knorpel zum Theil deckt und dicht hinter sich den Eingang in die Tuba Eustachii zeigt. An den Hammer schliesst sich nach hinten der Ambos an; der Steigbügel ist zum Theil durch den letzteren verdeckt. Von der knorpeligen Pars mastoidea aus biegt sich der gebogene Griffelfortsatz nach vorne und verbindet sich durch das Lig. stylo-hyoideum mit dem Zungenbeine.
B. vergrösserte Skizze der wesentlichen Theile eines ähnlichen Präparates. z, Jochbogen; ma, Warzenfortsatz; mi, Stück des Unterkiefers; M, Meckel'scher Knorpel der rechten, M', der linken Seite; s, ihre Verbindung an der Symphyse; T. Paukenring; m, Hammer; i, Ambos; s, Steigbügel; sta, Steigbügelmuskel; st, Griffelfortsatz; stl, Griffelzungenbeinband; hy, Zungenbein; th, Schildknorpel des Kehlkopfes; p, Griffelschlundmuskel; h, Griffelzungenbeinmuskel; g, Griffelzungenmuskel.

Ursprung einen Theil der lateralen Schlundwand darstellt, der später einen Abschnitt der Gesichtswand bildet. Der das Trommelfell umschliessende Annulus tympanicus (Pars tympanica ossis temporum) hat keine knorpelige Vorstufe, sondern geht aus bindegewebiger Grundlage in Knochen über. Anders verhält es sich mit den Gehörknöchelchen, welche sämmtlich

knorpelig präformirt sind, bevor sie verknöchern. Ambos und Hammer gliedern sich von der knorpeligen Axe des Unterkieferfortsatzes des ersten Kiemenbogens ab. Dies geschieht in der Weise, dass der hintere Abschnitt zum Ambos, der mittlere zum Hammer sich gestaltet (Fig. 486, A u. B). Der Hammer setzt sich in einen langen Fortsatz fort, den Meckel'schen Knorpel (M), dessen hinteres Stück zum Processus longus mallei wird, während das vordere Stück allmählich schwindet, nachdem der knöcherne Unterkiefer sich gebildet hat. Der Steigbügel bildet sich unabhängig von den anderen Gehörknöchelchen aus einem verknorpelten Zellenhaufen um die Arteria mandibularis, welcher nach und nach die Gestalt des *Stapes* erkennen lässt [Salensky]. Er ist von seinem ersten Auftreten an durchlöchert; die Durchbohrung wird bedingt durch die genannte Arterie, deren Rolle nur eine vorübergehende ist, indem sie später gewöhnlich zu Grunde geht und nur bei einigen Thieren bestehen bleibt.

Die Gehörknöchelchen liegen anfangs ausserhalb der Trommelhöhle; späterhin rücken sie dadurch in deren Bereich, dass die Trommelhöhle sich ausdehnt und über die Gehörknöchelchen hinübergreift. Letztere erscheinen nunmehr als in die Trommelhöhle eingestülpte Gebilde, welche von Fortsetzungen der Paukenschleimhaut bekleidet werden.

Die Muskeln der Gehörknöchelchen sind Theile der Kiemenbogen-Muskulatur.

Literatur. Von einem nur ein kleines Bruchstück aufzählenden Verzeichniss der weit ausgedehnten Literatur des Nervensystems und der Sinnesorgane wurde mit Absicht Umgang genommen, da ein solches nur einen ganz unzulänglichen Einblick in die literarische Bewegung zu gewähren vermag, ja geradezu einen falschen Eindruck macht. Von der Wiedergabe eines ausführlicheren Verzeichnisses aber konnte um so eher Umgang genommen werden, als das Schwalbe'sche Werk ein solches bereits enthält, auf welches hier verwiesen wird.

Eine sorgfältige Aufzählung der neuesten Literatur findet man in den fortlaufenden Jahresberichten der Anatomie, Entwicklungsgeschichte und Physiologie von Hofmann und Schwalbe, ferner in den Jahresberichten der zoologischen Station zu Neapel; Werke, die überall leicht zugänglich sind. Eine sehr sorgfältige Zusammenstellung der älteren Literatur gibt das Lehrbuch der Anatomie von Fr. Arnold.

Corrigenda:

S. 355 Fig. 222: statt Fmp ist Fma (Fissura mediana anterior) zu setzen; statt Slp (unten): Sla (Sulcus lateralis anterior).
S. 360 Figurenerklärung: lies M, Medulla oblongata; H, Hypophysis; n, Velum medullare posterius und Deckplatte des vierten Ventrikels.
S. 419 Z. 28 von oben lies eine statt einen.
S. 626 Z. 13 u. 19 von unten lies: Halbertsma.
S. 696 Z. 6 von unten lies: vorzüglichem.
S. 750 Z. 21 von unten lies: hintere concave.
S. 768 Z. 10 von oben lies: Bläschen.
S. 771 Z. 13 von unten lies: des unteren.
S. 773 Z. 9 von oben lies: Angegebenen.
S. 793 Z. 15 von oben lies: Einzelne.

Gesammt-Register.

Acetabulum 203, 207.
acromion 183.
allantois 56.
alveoli II 33.
— dentium 146, 154.
amnion 56.
amphiarthrosis 241.
amygdalae 529.
annulus cruralis 342.
— inguinalis 334, 343.
ansae: cervicales II 578.
— lumbales II 608.
— n. hypoglossi II 568.
— suclavialis s. Vieussenii II 642.
— supramaxillaris II 539.
antibrachium 187, 200.
antiprostata 647.
antrum Highmori 145, II 694.
anus 576.
aorta II 5, 79, 148, 152.
aponeurosis 309, 316.
— cranii 368.
— dorsalis 329.
— femoris et cruris 445.
— lumbalis 329.
— palmaris 412.
— pharyngis 358.
appendices epiploicae 573, 708.
appendix vermicularis 570.
aquaeductus cochleae 139, 168, II 804.
— Sylvii II 411, 497.
— vestibuli 139, 168, II 789.
arachnoides cerebri II 485.
— spinalis II 340.
area germinativa 54.
— opaca 54.
— pellucida 54.
arteriae: II 5.
— abdominalis II 186.
— acromialis II 128.
— alveolares II 101, 102.
— articularis genu II 189, 191.
— auditiva interna II 118, 814.
— auricularis II 97.
— axillaris II 126.
— basilaris II 115, 117.
— brachialis II 111, 131.
— bronchiales II 81, 149.
arteriae: carotis communis II 86.
— — externa II 90.
— — interna II 105.
— centralis retinae II 107, 708, 723.
— cerebelli inferior II 117, 119, 490.
— cerebri media II 110, 491.
— — profunda II 119, 491.
— cervicalis ascendens II 121.
— — descendens II 96.
— — superficialis II 123.
— — profundus II 122.
— chorioidea II 109.
— ciliares II 107, 748.
— circumflexae brachii II 130.
— — femoris II 187.
— — ilium II 183, 186.
— clitoridis II 178.
— coeliaca II 153.
— colica II 159, 161.
— communicans cerebri II 109.
— coronaria cordis II 85.
— — ventriculi II 155.
— cruralis II 183.
— cubitalis II 136.
— deferentialis II 171.
— diaphragmaticae II 125, 165.
— duodenalis II 158.
— epigastricae II 125, 182, 186.
— ethmoidales II 109.
— facialis II 90, 94, 99.
— femoralis II 183, 186, 187.
— fibularis II 193, 196.
— frontalis II 109.
— gastricae II 155, 157.
— gastro-duodenalis II 156.
— gluteae II 179, 180.
— haemorrhoidalis II 161, 172, 176.
— hepatica II 156.
— humeraria II 131.
— iliacae II 167, 169, 179, 180.
— ilio-lumbalis II 178.
— infraorbitalis II 102.
— innominata II 81.
— intercostales II 123, 125.
— — aorticae II 150.
— intestinales II 159.
— ischiadica II 180.
— lacrymalis II 106.

arteriae: lienalis II 157.
— lingualis II 93.
— lumbalis II 165.
— malleolares II 193, 198.
— mammariae II 124, 128.
— mandibularis II 101.
— maxillaris ext. II 94.
— — int. II 99.
— mediastinales II 125, 150.
— medullae spinalis II 116.
— meningeae II 100, 109, 116.
— mesentericae II 158, 161.
— metatarseae II 195.
— nasales II 95, 104, 109.
— obturatoria II 173.
— occipitalis II 96.
— oesophageae II 150, 156.
— ophthalmica II 106.
— ovarii II 165.
— palatinae II 94, 103.
— pancreatica II 158.
— pelvica II 169.
— penis 651, II 176.
— pericardiacae II 149.
— perinei II 176.
— peronea II 193, 196.
— pharyngea II 104.
— phrenicae II 125, 165.
— plantares II 195, 198.
— poplitea II 190.
— pudenda II 175, 186.
— pulmonalis II 5, 75, 277.
— radialis II 140.
— renales 607, II 163.
— sacrales laterales II 178.
— sacralis media II 167.
— scapulares II 121, 129.
— spermaticae 636, II 164, 171, 183.
— splenica II 157.
— subclavia II 111.
— subscapularis II 129.
— supraorbitalis II 107.
— suprarenales II 163.
— surales II 191.
— tarseae II 194.
— temporalis II 98, 101.
— thoracicae II 124, 128.
— thyreoidea inferior II 120.
— — superior II 91.
— tibialis II 192, 196.
— transversa colli II 122.
— — scapulae II 121.
— ulnaris II 136.
— umbilicalis II 170, 277.
— urethralis II 176.
— uterina II 172.
— venosae II 77.
— vesicales II 171.
arthrodia 242.
arthrosis 238.
articulationes: 238.
— acromio-clavicularis 262.
— atlanto-occipitalis 254.
— — -axialis 254.
— Chopartii 303.
— costo-spinalis 255.
articulationes: costo-sternalis 257.
— — -transversales 256.
— — -vertebralis 255.
— coxae 282.
— crico-arytenoideae 732.
— — -thyreoidea 731.
— cubiti 268.
— genu 286.
— humeri 264.
— Lisfrancii 303.
— manus 271, 274.
— maxillae inf. 259.
— pedis 294.
— radio-ulnaris 267.
— sacro-iliaca 282.
— sterno-clavicularis 262.
— temporo-maxillaris 259.
— trochoides 241.
astragalus 222.
atlas 102, 114.
atrium II 51, 55, 58.
auricula II 816.
— cordis II 51.
auris externa II 816 }
— interna II 770 } II 830.
— media II 805 }

Bilis 592.
blastoderma 54.
bronchi 742.
bronchia 754.
buccae 488.
bulbus aortae II 80, 271.
— oculi II 705.
— olfactorius II 434, 466, 527.
bursae mucosae s. synoviales: 244.
— bicipitis 266.
— cruralis 426.
— deltoidea 386.
— gluteo-femoralis 416.
— iliaca 415.
— intertubercularis scapulae 266.
— poplitea 291.
— semimembranosae 291, 428.
— subacromialis 266.
— subcruralis 291.
— subpatellaris 288.
— subscapularis 265, 384.
— thyreo-hyoidea 730.
— trochanterica 416.

Calcaneus 221.
calx 221.
canales: abdominalis 343.
— alveolares 146, 155.
— Brescheti 122.
— centralis med. spin. II 318.
— cruralis 449.
— diploici 122.
— Fallopii 139, 168.
— Hunteri 420, 449, II 185.
— hyaloideus II 742.
— inguinalis 343.
— intestinalis 556.
— lacrymalis 161, II 758.

canales: medullae spinalis 97.
— neurentericus II 494.
— Nuckii 636, 672.
— nutritii 81.
— obturatorius 207, 281.
— omphalo-mesentericus 597.
— Petiti II 746.
— sacralis 107.
— spinalis II 318.
— vertebralis 97.
canaliculi: Haversiani 81.
— seminales 630.
— tympanicus 168.
caput 121.
cardia 547.
carpus 192, 201.
cartilagines: arytaenoidea 728.
— cricoidea 727.
— interarticulares 239, 256.
— intervertebrales 245.
— nasi II 689.
— Santorinianae 728.
— sesamoideae 729.
— thyreoidea 726.
— Wrisbergianae 729.
cartilago 77.
carunculae lacrymales II 755.
— salivales 516.
cerebellum II 376, 499.
cerebrum II 344, 425, 463, 499.
— abdominale II 654.
chiasma opticum II 420.
choanae 151, 163, II 692.
cholecystis 585.
chorda dorsalis 55, 83, II 494.
— tympani II 551.
chorioidea II 725.
chorion 54, 663.
chylus II 43.
chymus 546.
circulus arteriosus Willisii II 213.
clavicula 179, 199.
clitoris 683.
cochlea II 778.
cochlearthrosis 241.
colliculus seminalis 655.
columna vertebralis 95, 108.
commissura cerebelli II 388.
— cerebri anterior II 480.
— — brevis II 380.
— — maxima II 478.
— — media s. mollis II 415.
— — posterior II 421.
conchae narium 143, 144.
condylarthrosis 242.
condyli 186, 214.
conjunctiva oculi II 750.
cor II 4, 49, 268.
corium 464.
cornea II 735.
corpora candicantia II 404.
— geniculata II 418.
— mamillaria II 404, 423.
— quadrigemina II 407.
corpus callosum II 469, 478.
— ciliare II 729.
corpus Highmori 629.
— luteum 666.
— pampiniforme 668.
— striatum II 468, 474.
— subthalamicum II 423.
— thyreoideum 765.
— vitreum II 745.
corpuscula Malpighii 608, 773.
— Pacini s. Vateri II 680.
— tactus 467, II 676.
costae 117.
cranium 112, 156.
crines 476.
crus 216.
cubitus 189, 200.
cuticula 468.
cutis 464.
cylindrarthrosis 241.
cystis bilis }
— fellea } 585.

Dentes 490.
derma 464.
diaphragma 345.
diarthrosis 238.
digiti manus 197.
— pedis 227.
diploë 93.
ductus arteriosus Botalli II 277.
— cochlearis II 772, 780, 789.
— chyliferus II 251.
— ejaculatorii II 634, 640.
— lactiferi 719.
— naso-lacrymalis II 695.
— semicirculares II 780, 787.
— thoracicus II 251.
— venosus Arantii II 278.
— — Cuvieri II 279.
— vitellinus 598.
dura mater cerebri II 482.
— — med. spin. II 338.

Ectoderma 54.
emissaria II 209.
endocardium II 52.
endoneurium II 632.
entoderma 54.
epidermis 468.
epididymis 629.
epiglottis 729.
epineurium II 632.
epiphysis cerebri II 407.
epiploa 703.
epistropheus 103, 114.
epithelium 65.

Facies 121.
fasciae: 315.
— abdominis 341, 384.
— antibrachii 410.
— axillaris 408.
— brachii 408.
— bulbi s. Tenoni II 766.
— cervicalis 381.
— colli 381.
— cremasterica 336, 637.

fasciae: cruris 449.
— iliaca 445.
— lumbo-dorsalis 329.
— nuchae 383.
— pelvis 710, 717.
— perinei 716.
— pharyngis 538.
— poplitea 449.
— temporalis 381.
— thoracis 383.
fasciculi cerebri II 476.
fauces 538.
femur 211, 330.
fel 592.
fibrocartilagines intervertebrales 245.
fibula 219, 231.
fila olfactoria II 528.
— spermatica 641.
filum terminale medullae II 310.
fimbriae 666.
fissurae cerebri II 436.
— medullae II 312, 355.
folliculi Graafiani 662.
— lymphatici II 31, 34.
fonticuli 175.
foramina: diploica 122.
— emissaria 122.
— Magendii II 362, 487.
— Monroi II 425, 497.
— nutritia 81.
— operculare II 484.
— saphenae 446.
— Winslowi 702, 707.
fornix cerebri II 413, 418, 451.
fovea rhomboidalis II 358.
funiculi medullae II 314. 329, 357.

Galea aponeurotica 368.
ganglia: acusticum II 554, 660, 782.
— auriculare II 544.
— cardiacum II 647.
— cervicalia sympathica II 641, 646, 661.
— cervicale vagi II 557, 660.
— ciliare II 532, 660.
— coeliaca II 654.
— Gasseri II 534, 660.
— geniculi facialis II 550, 660.
— habenulae II 418.
— jugulare glossopharyngei II 554, 660.
— — vagi II 557, 660
— linguale II 547, 647.
— mesenterica II 654, 657.
— oticum II 544, 660.
— petrosum II 554, 660.
— phrenicum II 655.
— prostatica II 659.
— renalia II 655.
— solare II 654.
— spheno-palatinum II 540, 660.
— spinalia II 570, 636.
— splanchnicum II 653.
— submaxillare II 547.
— sympathica II 641.
gaster 546.
genae 489.
gingiva 489.
ginglymus 241.
glandulae: 69.
— Bartholinianae 686.
— Brunnerianae 564.
— buccales 489.
— coccygea II 26.
— Cowperi 647, 686.
— gastricae 553.
— intercarotica II 26.
— lacrymales II 756
— lactiferae 718.
— laryngis 738.
— Lieberkuehnianae 565.
— lymphaticae II 31.
— — abdominales II 255.
— — brachii II 236.
— — capitis II 265.
— — cavi pelvi-abdominalis II 256
— — cavi thoracis II 261.
— — colli II 267.
— — cruris II 253.
— — inguinales II 254.
— — pectoris II 263.
— — pelvis II 253.
— Meybomii II 755
— muciparae 462, 553.
— oesophageae 564.
— Peyeri 566.
— pinealis cerebri II 420.
— pituitaria II 424.
— salivales 531, 533, 535.
— sebaceae 480.
— sudoriparae 478.
— suprarenales 775.
— tarsales II 754.
— thymus II 36.
— thyreoidea 765.
— vasculares 765.
glottis 741.
gyri cerebelli II 377.
— cerebri II 445.

Hemisphaerae cerebri II 425, 431.
hepar 578.
hippocampus II 472.
humerus 184, 199.
humor aqueus II 749.
hydatides Morgagni 629, 668
hymen 684.
hyperglottis 738.
hypophysis cerebri II 423.

Incus II 811.
infundibulum cerebri II 423.
inscriptiones tendineae 338.
insula Reilii II 435, 466.
integumentum commune 463.
intestinum coecum 570.
— crassum 569.
— duodenum 557.
— mesenteriale 559.
— rectum 574.
— tenue 556.
iris II 732.

Labia 488.
— pudendi 682.
lac 721.
lacertus 184, 199.
lacunae Morgagni 658.
lamina chorioidea cerebri II 487.
— cinerea terminalis II 497, 424.
— perforata anterior II 403, 466.
— quadrigemina II 407.
— septi pellucidi II 451.
laqueus II 410.
larynx 724.
lemniscus II 406, 410.
lens crystallina II 741.
lien 769.
lienes accessorii 770.
ligamenta: 702.
— accessoria 239.
— arcuatum 281, 331, 346.
— arteriosum II 76.
— articulationis cubiti 267.
— — genu 286.
— — manus 271.
— — pedis 294.
— atlanto-occipitalia 248, 251.
— auricularia II 819.
— auxiliaria 239.
— capsularia 238.
— carpo-metacarpea 271.
— coli 573.
— coraco-acromiale 264.
— — -claviculare 262.
— — -humerale 265.
— costalia 256.
— costo-claviculare 262.
— — -coracoideum 408.
— — -sternalia 257.
— — -vertebralia 255.
— coxae 283.
— dentatum med. spin. II 339.
— Fallopii 334.
— gastro-lienale 707.
— Gimbernati 334.
— glosso-epiglottica 517, 729.
— hepatis 579, 583, 707.
— ileo-lumbalia 279.
— inguinale 334.
— interannularia 745.
— interarticularia 239.
— intermuscularia 315.
— — brachii 409.
— — cruris 449.
— laryngis 730, 739.
— lumbo-costale 256.
— — -sacrale 277.
— metacarpo-phalangea 276, 413.
— metatarso-phalangea 301, 452.
— mucosa 316.
— obturatorium 281.
— ovarii 660, 668, 671.
— palpebralia 371, II 753.
— pectinatum iridis II 740.
— pharyngea 538.
— phreno-colicum } 707.
— — -gastricum } 707.
— — -lienale } 707.
ligamenta: pterygo-maxillare 374.
— pubo-prostatica } 619, 643, 712.
— — -vesicalia } 619, 643, 712.
— pulmonale 760.
— pylori 549.
— sacro-coccygea 277.
— — -iliaca 278.
— — -ischiadica 280.
— scapularia 264.
— serratum med. spin. II 339.
— Soemmeringii II 756.
— spirale labyrinthi II 795.
— sterno-claviculare 262.
— — -pericardiaca II 67.
— stylo-hoyidea 156.
— — -maxillare 260, 382.
— suspensorium clitoridis 683.
— — hepatis 579, 583, 703, 707.
— — penis 649.
— tarso-metatarsea 299, 451.
— transversum pelvis 716.
— triangulare urethrae 716, 718.
— urachi 620.
— uteri 671, 709.
— vertebralia 245.
— vesicalia 620, 712, II 171.
linea alba 339.
lingua 516.
lobi cerebelli II 378.
— cerebri II 434, 436, 445.
locus coeruleus II 359.

Macula germinativa 662.
— lutea II 712, 720.
malleoli 217, 219.
malleus II 810.
mammae 718.
mamilla 718.
mandibula 154, 175.
manus 192, 201.
maxilla inferior 154, 175.
— superior 144, 174.
meatus auditorius ext. 137. II 820.
— — int. 138. II 774.
medulla oblongata II 353, 499.
— spinalis II 309.
membrana cribriformis 468.
— decidua 676.
— elastica laryngis 731.
— granulosa 663.
— hyaloidea II 745.
— interossea antibrachii 268.
— — cruris 293.
— nictitans II 751.
— obturatoria 281.
— synovialis 239.
— thyreo-hyoidea 730.
— tympani II 822.
— — secundaria II 804.
menisci interarticulares 239, 259.
mentum 154.
mesenterium 556, 702, 707.
mesocardium II 270.
mesoderma 54.
metacarpus 196, 201.

metatarsus 225, 231.
mons Veneris 681.
musculi: 312.
— abdominis 532.
— antibrachii 392.
— auriculares II 819.
— brachii 388.
— capitis 367.
— cervicis 326.
— colli 358.
— cordis II 51.
— coxae 413.
— cruris 429.
— dorsi 317.
— exitus pelvis 713.
— femoris 423.
— humeri 384.
— hyoidei 362.
— laryngis 732.
— linguae 521.
— mandibulae 363, 377.
— manus 403.
— nasi 371.
— oculi 369, II 760.
— oesophagei 545.
— oris 373.
— palati 526.
— pedis 438, 441.
— pelvis 413.
— perinei 713.
— pharyngis 539.
— phrenicus 345.
— testis 637.
— thoracis 348.
— urethrae 687.
— vesicae 623.

Nasus 162, II 688.
nephri 602.
nervi: II 287.
— abducens II 528, 548, 661.
— accessorius II 393, 528, 565.
— acusticus II 392, 528, 553, 773.
— alveolares inferiores II 546.
— — superiores II 538.
— auricularis magnus II 580.
— — profundus II 551.
— auriculo-temporalis II 545.
— axillaris II 588.
— brachiales anteriores II 590.
— — posteriores II 597.
— bronchiales II 563
— cardiaci II 562, 647, 648.
— carotico-tympanicus II 555, 661.
— caroticus II 646.
— cerebrales II 527.
— cervicales II 568, 574, 581.
— ciliares II 532.
— clitoridis II 632.
— coccygei II 617.
— crotaphico-buccinatorius II 543.
— cruralis II 608, 613.
— cutanei abdominis II 607.
— — femoris II 612, 620.
— dorsales II 603.
nervi: facialis II 393, 528, 549, 773.
— femoralis II 613.
— fibularis II 623.
— frontalis II 535.
— genito-femoralis II 612.
— glosso-pharyngeus 525, II 393, 528, 554, 703.
— glutaeus II 619.
— hypoglossus 525, II 392, 528, 566.
— ilio-hypogastricus II 610.
— — -inguinalis II 611.
— infraorbitalis II 537.
— intercostales II 603.
— ischiadicus II 621.
— jugularis II 646.
— lacrymalis II 534.
— laryngei II 561.
— lingualis 525. II 546.
— lumbales II 608.
— lumbo-dorsalis II 609.
— — -sacralis II 608.
— mandibularis II 546.
— nasales II 540.
— naso-ciliares II 535.
— obturatorius II 617.
— occipitales II 576, 579.
— oculomotorius I 392, 528, 531.
— oesophagei II 563.
— olfactorius II 527.
— opticus II 408, 527, 530, 707.
— palatini II 541.
— penis II 632, 659.
— perinei II 620, 632.
— peroneus II 623.
— petrosus superficialis major II 540, 550, 661
— petrosus superficialis minor II 544.
— — profundus II 540, 555, 661.
— pharyngei II 556, 561.
— phrenicus II 583.
— plantares II 627.
— pneumo-gastricus II 557.
— pterygo-palatinus II 540.
— pudendo-haemorrhoidalis II 631.
— radialis II 597.
— sacrales II 617.
— saphenus II 615.
— spermaticus II 612.
— spheno-palatinus II 540.
— spinales II 569.
— splanchnicus II 652.
— stapedius II 550.
— subclavius II 588.
— subcutanei colli II 552, 581.
— subcutaneus malae II 537.
— subscapulares II 588.
— supraclaviculares II 581.
— suprascapularis II 589.
— sympathicus II 641, 664.
— temporalis profundus II 543.
— — superficialis II 545.
— temporo-facialis II 552.
— thoracici II 588, 590, 603.
— tibialis II 625.
— tracheales II 563.
— trigeminus II 393, 528, 533.

nervi: trochlearis II 393, 528, 533.
— tympanicus II 545, 555.
— ulnaris II 592.
— vagus II 393, 528, 557
— Vidianus II 540.
neurilemma II 636.
neuroglia II 287, 325, 337.
nidus avis } cerebelli II 379, 380.
nodulus }
nodus cerebri II 388.
nuclei: ambiguus II 367.
— amygdalae II 475.
— caudatus II 413, 437.
— centralis II 391.
— dentatus II 384.
— emboliformis II 386.
— fastigii II 385.
— funiculi cuneati II 366.
— — gracilis II 366.
— — teretis II 367.
— globosus II 386.
— lentiformis II 474.
— nervorum cerebr. II 394.
— olivae II 357.
— olivaris superior II 390.
— reticularis II 391.
— taeniaeformis II 475.
— tegmenti II 407.
nucleus 61, II 294.

Oculus II 705.
oesophagus 543.
olecranon 190.
oliva II 357.
omentum majus 707.
— minus 706.
omoplata 181, 199.
operculum II 436, 484.
orbita 159, II 764.
organa: accessoria vasorum II 26.
— auditus II 768, 830.
— copulationis fem. 679.
— — vir. 643.
— digestionis 484.
— generationis fem. 659.
— — vir. 627.
— gustus II 700, 828.
— motoria 88.
— olfactus II 688, 826.
— respirationis 723.
— tactus II 672, 826.
— uropoëtica 602.
— visus II 705, 828.
orificium epiploicum 702.
ossa: 91.
— brachii 184.
— calcis 221.
— carpi 193.
— coccygis 94, 108.
— coxae 202.
— cribrosum 141.
— cuboideum 223.
— ethmoideum 141.
— femoris 211.
— frontis 131.

ossa: humeri 184.
— hyoides 156.
— ilium 203, 228.
— innominatum 202.
— intermaxillare 174.
— ischii 206.
— jugale 151.
— juguli 179, 199.
— lacrymale 153.
— linguae 156.
— malare 151.
— maxillare 144.
— metacarpi 196.
— metatarsi 225.
— nasale 152.
— occipitis 122.
— palatinum 148.
— parietale 133.
— pectoris 115.
— pelvis 202.
— petrosum 137, 174.
— planum 143.
— pubis 205.
— sacrum 94, 104.
— sphenoideum 125.
— spongiosum 143.
— tarsi 224.
— temporum 134.
— turbinatum 143.
— unguis 153.
— xyphoides 115.
— zygomaticum 151.
ossicula auditus II 810.
— Bertini 127.
— episternalia 116.
— suturarum 158.
ostium abdominale 666.
otolithes II 786.
otosalpinx 805.
ovarium 660.
— secundarium 675.
ovula Graafii 660.
— Nabothi 675.
ovum 661.

Pachymeninx spinalis II 338.
palatum durum 148, 165.
— molle 525.
palpebrae II 750.
pancreas 593.
— secundarium 564.
panniculus adiposus 315, 464.
papillae 461, 475.
— gustatoriae 517, II 700.
— linguales 517.
parastata 629, 643.
parepididymis 629.
parotis 531.
parovarium 668.
patella 220.
pedunculi cerebelli II 357, 387.
— cerebri II 404.
— conarii II 421.
— corporis callosi II 479.
pelvis 208.

penis 648.
pericardium II 54, 66.
perimysium 308.
perineum 682, 713.
periodontium 504.
peritoneum 702.
peronarthrosis 242.
perone 219.
pes 220.
phalanges manus 197.
— pedis 225.
pharynx 537.
phren 345.
pia mater cerebri II 487
— — med. spin. II 340.
pili 471.
placenta uterina 676.
platysma myoides 358.
pleurae 758.
plexus lymphatici: II 251.
— coeliacus II 259.
— haemorrhoidalis 577.
— hypogastricus II 257.
— iliacus II 256, 258.
— intercostales II 261.
— intestinales 566.
— jugulares II 267.
— lumbales II 258.
— subclavius II 265.
plexus nervosi: II 305.
— annularis corneae II 738.
— aorticus abdominalis II 657.
— — thoracicus II 653.
— auricularis II 647.
— axillaris II 584.
— brachialis II 584.
— cardiacus II 563, 649.
— carotici II, 647, 661.
— cervicalis II 578.
— coccygeus II 574, 632.
— coeliacus II 653.
— coronarius ventriculi II 656.
— cruralis II 608, 628.
— dentalis II 539.
— gastricus II 564.
— hepaticus II 656.
— hypogastrici II 657, 658.
— infraorbitalis II 539.
— ischiadicus II 574, 618, 628.
— lienalis II 656.
— lingualis II 647.
— lumbalis II 574, 608, 628.
— maxillares II 647, 648.
— mesentericus II 656.
— myentericus II 657.
— nodosus vagi II 557.
— occipitalis II 647.
— oesophageus II 563.
— parotideus II 549.
— pharyngeis II 556, 561, 647.
— phrenici II 584, 655.
— pudendo-haemorrhoidalis II 574, 630.
— pulmonalis II 563.
— renales II 655.
— sacralis II 617, 630.
— solaris II 653.
plexus: spermatici II 655.
— suprarenales II 655.
— temporalis II 647.
— thyreoidei II 647, 648.
— trachealis II 563.
— tympanicus II 555.
plexus vasculosi: II 17, 25.
— basilaris II 218.
— chorioidei II 361, 470, 488.
— coccygeus II 26.
— haemorrhoidalis II 245.
— hypogastricus II 245.
— maxillaris II 225.
— ovarii II 238.
— pampiniformis 636, II 238.
— pharyngeus II 220.
— pterygoideus II 225.
— pudendalis II 245
— sacralis II 244, 257.
— spinales II 234.
— uterinus 675 II 245.
— vaginalis II 245.
— vertebralis cervicalis II 205.
— vesicalis II 245.
plicae adiposae 239.
— Douglasii 575, 672, 708.
— glosso-epiglotticae 517, 739.
— peritoneales 702, 708.
— synoviales 239.
pons Varoli II 388.
poples 214, 428.
porus acusticus externus 137.
— — internus 138, 168.
— caroticus externus 138, 166.
— — internus 168.
prostata 643.
protoplasma 60.
pudendum muliebre 681.
pulmones 747.
punctum lacrymale II 752.
pupilla II 732.
pylorus 547, 555.

Radius 188, 200.
raphe medullae II 373, 407.
receptaculum chyli II 251.
renes 602.
— succenturiati 775.
rete acromiale II 128.
— articulare cubiti II 133, 147.
— — genu II 200.
— calcaneum II 200.
— carpeum II 147.
— dorsale linguae II 221.
— — manus II 228.
— — pedis II 200, 242, 253.
— malleolare II 200, 253.
— Malpighii 468.
— mirabile II 7.
retina II 709.
rhinencephalon II 434.
rotula 187, 220.

Sacculi lactiferi 719.
saccus epiploicus 792.

saccus lacrymalis II 759.
— lacteus II 251.
— omentalis 706.
saliva 536.
sanguis II 39, 268.
sarcolemma 307.
scapula 181, 199.
sceletum 89.
sclera s. sclerotica II 739.
scrotum 638.
sella turcica 126, 168.
semen 640.
septa med. spin. II 312, 337.
septula — — II 316.
septum narium 162, II 689, 692.
— pellucidum II 427, 451, 465.
sinus cavi cranii II 213, 493.
— coronarius cordis II 248.
— durae matris II 213, 493.
— frontales 132, II 695.
— longitudinales columnae vertebralis II 234.
— lymphatici II 34
— Morgagni II 54.
— ophthalmicus II 219.
— pulmonalis II 58.
— sphenoidalis II 695.
— terminalis II 278.
— urogenitalis 690.
— Valsalvae II 54.
— venarum cavarum II 55.
sperma 640.
spermatozoa 641.
spina dorsi 97.
splen 769.
splenculi 770.
squama 122.
stapes II 811.
stomachus 546.
stratum corneum 67, 468.
— intermedium 468.
— Malpighii 468.
— mucosum 67, 468.
— nigrum cerebri II 297, 404.
— subcutaneum 464.
struma 766.
substantia alba II 326, 476, 502.
— dentium 497, 501.
— ferruginea II 297, 385.
— gelatinosa II 325.
— grisea II 319, 500.
— intercellularis 62.
— ossium 80.
— perforata II 434.
— spongiosa II 324.
sulci cerebelli II 378.
— cerebri II 436, 438.
— cranii 169.
— med. spin II 313, 331.
— meningei 122, 169.
supercilia 476, II 751.
superficies articulares 238.
suturae 121, 157, 165, 238.
symphysis 238.
— ossium pubis 205, 281.
synarthrosis 238.
synchondrosis 238.
syndesmosis 238.
synovia 238.

Taeniola cinerea II 359.
talus 222.
tarsus 221, 231.
tegmen tympani 139.
telae:
— cartilaginea 77.
— cellulosae 64.
— chorioideae II 488.
— conjunctiva 71.
— elastica 76.
— epithelialis 65.
— glandularis 69.
— muscularis 307.
— ossea 80.
— subcutanea 464.
tendines 309.
tendo Achillis 433, 435.
tentorium II 483.
testiculus 628.
thalamus opticus II 411.
thorax 115.
tibia 216.
tonsilla cerebelli II 379.
— palatina 529.
— pharyngis 542.
— tubaria 543.
torcular Herophili II 215, 491.
trabs cerebri II 478.
trachea 742
tractus intestinorum 556.
— opticus II 408, 419, 466.
trochanter 212.
trochlea orbitae 187, II 763.
— tali 223.
trunci venosi anonymae II 254.
truncus anonymus II 81.
— lymphaticus coeliacus II 259.
— — jugularis II 267.
— — lumbalis II 259.
— — subclavius II 265.
— — thoracicus II 251.
tuba Eustachii 140, II 805.
— Fallopii s. uterina 666.
tuber cinereum II 423.
— olfactorium II 434, 466.
tubuli seminales 631.
— uriniferi 609.
tubus medullaris 55.
tunica adventitia II 413.
— dartos 341, 638.
— intima II 9.
— media II 4, 10.
— mucosa 461.
— muscularis 462.
— serosa 462.
— vasculosa II 23.

Ulna 189, 200.
umbilicus II 277.
ungues 469.

urachus 690.
ureter 614.
urethra 624, 653, 686
uterus 668.
— masculinus 655.
utriculus prostaticus 655.
uvula 526, 622, II 380.

Vagina 679.
— vasorum cruralium 448.
valvulae aortae II 61.
— cerebelli II 388.
— cordis II 53, 57, 60.
— venarum II 19.
vasa bilifera 592.
— capillaria II 20.
— cavernosa II 25.
— chylifera II 251.
— deferentia 634.
— erectilia II 25.
— lactea II 259.
— lymphatica II 27.
— — brachii II 263.
— — capitis II 265.
— — cavi cranii II 265.
— — — thoracis II 261.
— — — pelvi-abdominalis II 256.
— — cerebri II 493.
— — colli II 265.
— — cruris II 253, 255.
— — medullae spin. II 342.
— — pectoris II 263.
— — pudendae II 255.
— — regionis abdominalis II 255, 257.
— pulmonalia II 75.
— vasorum II 13.
velum medullare II 360, 388.
— palatinum 526, II 704.
venae: II 15.
— anonyma II 202, 204, 280.
— antibrachii II 227.
— arteriosa II 75.
— auditiva II 220, 805.
— auriculares II 223, 226.
— axillaris II 226, 231.
— azygos II 233, 281.
— basilica II 230.
— brachii II 227.
— brachio-cephalicae II 204.
— bronchiales II 233.
— cardinales II 279, 280.
— cava inferior II 15, 236, 280.
— — superior II 15, 202, 281.
— cephalica II 230.
— cerebrales II 210, 493.
— cervicalis profunda II 205.
— columnae vertebralis II 234.
— cordis II 15, 248.
— diaphragmaticae II 205, 239.
— diploicae II 208.
— durae matris cerebri II 210.
— emissariae II 209.
— epigastricae II 240.
— facialis anterior II 222.
venae: facialis communis II 220.
— — posterior II 223.
— — profundus II 222.
— femoralis II 241, 280.
— gastricae II 248.
— haemorrhoidales II 245.
— hemiazygos II 223, 231, 281.
— hepaticae II 239, 278.
— hypogastricae II 243.
— iliaca externa II 240, 280.
— iliaca interna II 243, 280
— intercostales II 205, 233.
— jugularis anterior II 226.
— — communis II 205.
— — externa II 225.
— — interna II 207.
— lienalis II 248.
— linguales II 220.
— lumbales II 231, 238.
— mammariae II 205.
— manus II 227.
— maxillares II 222, 224.
— mediana antibrachii II 229.
— mediastinales II 204, 205, 233.
— medullae spin. II 235
— meningeae II 210, 225.
— mesentericae II 247.
— obturatoriae II 243.
— oesophageae II 233.
— omphalo-mesentericae II 278.
— ophthalmicae II 216, 218.
— ossium cranii II 208.
— pericardiacae II 204.
— peronea II 241.
— pharyngeae II 220.
— phrenicae II 239.
— popliteae II 241.
— portarum II 245.
— profundae brachii II 227.
— — cruris II 240.
— pudendae II 244.
— pulmonales 76.
— renales II 239.
— sacrales II 238, 242.
— saphena II 241, 242.
— spermaticae 636, II 238.
— subclavia II 225.
— subcutaneae brachii II 227.
— — cruris II 242.
— supraorbitalis 222.
— suprarenales II 239.
— temporales II 223, 224.
— terminalis II 278.
— thoracicae II 227.
— thymicae II 205.
— thyreoideae II 204, 207.
— tibiales II 241.
— transversae scapulae II 226.
— umbilicalis II 243, 278.
— vertebrales II 205, 280.
— vorticosae II 726.
ventriculi cordis III 57, 59.
ventriculus 546
— lateralis II 467, 497.
— quartus II 360, 388, 497.
— tertius II 425, 497.

ventriculus terminalis med. spin. II 319.
vermis cerebelli II 376, 389.
vertebrae 94.
vesica fellea 585.
— urinaria 617.
vesicula germinativa 662.
— seminalis 638.
— spermatica spuria 655.
vestibulum labyrinthi II 776, 804.
villi 461, 561.
— chorioidei II 489.
villi synoviales 239.
viscera 455.
vitellus 662.
vitrina ocularis 747.
vomer 150, 175.
vulva 681.

Zona granulosa 662, 663.
— pellucida 54, 663.
zonula ciliaris II 745.
— Zinnii II 745.







